

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

И. Е. Колодкин
В. А. Сегізбаев

Инженерная графика CAD

Учебник и практикум



ЮРИТ
АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО

И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА CAD

УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ ДЛЯ СПО

Рекомендовано Учебно-методическим отделом среднего профессионального образования в качестве учебника и практикума для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования



Курс с практическими заданиями и дополнительными материалами доступен на образовательной платформе «Юрайт», а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»

Москва • Юрайт • 2024

УДК 744(075.32)
ББК 32.97я723
К61

Авторы:

Колошкина Инна Евгеньевна — преподаватель кафедры теории и методики профессионально-технологического образования факультета технологии и дизайна Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского;

Селезнев Владимир Аркадьевич — доцент кафедры теории и методики профессионально-технологического образования факультета технологии и дизайна Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского.

Рецензенты:

Хандожко А. В. — доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой металлорежущих станков и инструментов Учебно-научного технологического института Брянского государственного технического университета;

Чайкин А. С. — кандидат технических наук, доцент кафедры теории и методики профессионально-технологического образования факультета технологии и дизайна Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского.

Колошкина, И. Е.

К61 Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 220 с. — (Профессиональное образование). — Текст: непосредственный.

ISBN 978-5-534-12484-2

Пособие предназначено для практического освоения автоматизированной разработки конструкторской документации с помощью графического модуля компьютерной программы ADEM CAD/CAMM/CAPP. Включенный в книгу практикум разработан в соответствии с рекомендациями Международного центра развития модульной системы обучения (Проект Международной организации труда). В книге пошагово разобраны примеры разработки конструкторской документации способом «компьютерного инжиниринга» для деталей типа тела вращения, корпусных деталей и сборочных конструкций. Приведены образцы выполненных работ, имеются задания для самостоятельного проектирования. В Приложении приведены справочные данные для пользователя компьютерной программы.

Соответствует актуальным требованиям федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и профессиональным требованиям.

Для студентов учебных заведений среднего профессионального образования, обучающихся по технологическим направлениям.

УДК 744(075.32)
ББК 32.97я723

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 978-5-534-12484-2

© Колошкина И. Е., Селезнев В. А., 2019
© ООО «Издательство Юрайт», 2024

Содержание

Введение.....	5
Основные определения.....	9
1. Виды и комплектность конструкторских документов.....	12
2. Автоматизация разработки конструкторской документации	13
3. Изображение 2D-примитивов	15
3.1. Точные перемещения при построениях	15
3.2. Создание плоских элементов	18
4. Объемное моделирование	20
5. Компьютерный инжиниринг, разрезы и сечения в изображениях	23
6. Оформление чертежа — технические требования, размеры, шероховатость поверхности, штриховка	28
7. Разработка сборочных чертежей, оформление спецификации	38
Практикум по разработке конструкторской документации в модуле CAD программы ADEM 9.0	44
Учебный элемент УЭ 1	47
Учебный элемент УЭ 2	54
Самостоятельная работа № 1	58
Учебный элемент УЭ 3	58
Учебный элемент УЭ 4	64
Самостоятельная работа № 2	80
Учебный элемент УЭ 5	81
Самостоятельная работа № 3	86
Учебный элемент УЭ 6	87
Самостоятельная работа № 4	109
Учебный элемент УЭ 7	113
Самостоятельная работа № 5	136
Учебный элемент УЭ 8	140
Учебный элемент УЭ 9	194
Самостоятельная работа № 6	212
Рекомендуемая литература	214

Новинки издательства по инженерной графике и сопутствующим дисциплинам	216
Приложение. Группы основных команд модуля CAD системы ADEM.....	217

Введение

В современных условиях, при наличии высокопроизводительных компьютерных систем и разнообразного прикладного программного обеспечения, появилась возможность заменить рутинную ручную конструкторскую проектную работу разработчика более эффективным (качественным, точным, гибким, наглядным) созданием модели изделия с помощью компьютерной техники. Сейчас существует достаточно много компьютерных систем для пространственного моделирования и проектирования (CAD/CAM систем). Это Microstation PC, CherryCAD, Adem, JCAD, Компас, 3D-Graf, AutoCAD, СПРУТ, ICEM, Спрут, T-Flex, ProENGINEER, AutoCAD и другие. Каждый из этих программных продуктов имеет определенную профессиональную направленность: архитектура, машиностроение, станкостроение, дизайн и т. д. Вследствие чего все они обладают некоторыми отличительными чертами (интерфейс, базовые элементы, способы построения, набор стандартных инструментов, требования к оборудованию, внешние эффекты). Тем не менее, в основе всех CAD/CAM систем лежат одни и те же принципы. Следовательно, научившись работать в одном программном продукте, легко овладеть другими системами [8].

На современном производстве предъявляются высокие требования к специалистам-машиностроителям, они должны обладать знаниями в области информатики, компьютерной и инженерной графики, технической механики. Кроме того решать комплексные задачи — уметь создавать, редактировать и оформлять конструкторскую документацию на персональном компьютере, выполнять графические изображения технических деталей, технологического оборудования и технологических схем, проектировать технологические процессы, создавать сопроводительную документацию, рассчитывать траекторию движения инструментов для автоматизированного оборудования, поэтому современные методы подготовки технического персонала, а также преподавателей учебных заведений предполагают информатизацию учебного процесса. Эти требования находят отражение в содержании ФГОС СПО для специальностей технологического профиля для машиностроения. Одна из общих компетенций для этой группы специальностей — «...использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности...» [6].

Специалист в области машиностроения, преподаватель профессиональной образовательной организации должен обладать также компе-

тенциями, соответствующими основным видам его профессиональной деятельности, среди которых:

- осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационно-компьютерных технологий;
- использовать информационные технологии для решения прикладных задач по специальности [4].

Эти требования обеспечиваются освоением автоматизированных компьютерных конструкторско-технологических систем. Причем, на производстве системы автоматизированного проектирования CAD/CAM широко применяются для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства. Они обеспечивают единую поддержку всего цикла разработки, начиная от эскизного проектирования и заканчивая подготовкой производства, испытанием и сопровождением, предоставляя возможность сократить срок внедрения новых изделий и оказывая существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции, что, в конечном счете, определяет ее конкурентоспособность [1].

Таким образом, современные системы способны обеспечить автоматизированную поддержку работы специалистов на всех стадиях проектирования и изготовления продукции. В данном учебнике приведены основные способы разработки конструкторской документации методами компьютерной графики и 3D моделирования в программе ADEM [9].

Отечественная разработка — интегрированная конструкторско-технологическая система ADEM CAD/CAM/CAPP применяется в России в аэрокосмической отрасли, является основной в производстве вертолетов, а также используется на многих машиностроительных предприятиях, в том числе в оборонном комплексе, задействована в программе по импортозамещению ПО. Этот выбор для обучения обоснован ее функциональностью для решения всего комплекса учебных задач, рекомендуемых ФГОС для указанных ранее специальностей, и доступностью, как для преподавателей, так и для студентов. Причем, «студенческая» версия этой системы является свободно распространяемой, что облегчает её использование в режиме самостоятельной работы для студентов в домашних условиях.

Подготовку будущих специалистов машиностроения в области использования информационных технологий в профессиональной деятельности можно разделить на этапы — первичные знания применения графического редактора для выполнения технических рисунков [4], освоения порядка разработки конструкторской документации (данный учебник), получение знаний по разработке технологической документации (модуль ADEM CAPP), освоение автоматизированной подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ (ADEM CAM). Изучение порядка выполнения конструкторской документации в модуле ADEM CAD предусматривает освоение приемов инженерной компьютерной графики по автоматизированной разработке конструкторской

документации в соответствии с требованиями ЕСКД. Приведенные в книге сведения позволяют получить знания применения графического редактора для выполнения конструкторской документации в рамках учебных дисциплин «Машиностроительное черчение», «Компьютерная графика», «Информационные технологии в производственной деятельности», «Системы автоматизированного проектирования и программирования в машиностроении» и др.

Содержание книги условно состоит из двух частей — теоретического раздела и практикума. В теоретической части подробно излагаются сведения о возможностях графического модуля CAD, приведенная информация подкреплена описанием порядка создания геометрических объектов в системе, практические действия отражены в иллюстрациях, последовательно отражающих этапы проектирования. При освоении этой части учебника у студентов происходит формирование таких категорий профессиональных компетенций:

- знать современные информационные технологии, используемые в производстве и образовании;
- знать принципы создания плоских и объемных моделей в графических редакторах компьютерных систем;
- уметь использовать современные информационно-коммуникационные технологии в процессе производственной и образовательной деятельности [6].

В издание включен раздел практикума по созданию конструкторской документации в модуле CAD программы ADEM. Структура практикума разработана в соответствии с рекомендациями Международного центра развития модульной системы обучения (Проект Международной организации труда) для подготовки изданий для профессионального образования и состоит из 9 учебных элементов [5]. В этом разделе, с учетом нарастающей сложности, разобраны примеры выполнения графических изображений и приведены задания для самостоятельной работы.

При освоении этой части книги у студентов происходит формирование следующих категорий профессиональных компетенций:

иметь практический опыт

- разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов с использованием пакетов прикладных программ [6];

уметь

- оформлять конструкторскую и технологическую документацию посредством CAD и CAM систем;
- создавать трехмерные модели на основе чертежа;

знать

- классы и виды CAD и CAM систем, их возможности и принципы функционирования;
- виды операций над 2D и 3D-объектами, основы моделирования по сечениям и проекциям;
- способы создания и визуализации анимированных сцен.

Учебные занятия по освоению программы проводятся в компьютерном классе, рабочие места которого оснащены мониторами не менее 21 дюйма, а также мультимедийными средствами для демонстрации учебного материала. Изложение нового материала сопровождается демонстрацией работы в программе на демонстрационном экране, с комментариями преподавателя по каждому разовому действию. Для показа работы с клавиатурой на демонстрационный экран выводится ее виртуальное изображение. Принцип освоения нового материала — **делай как я**. Преподаватель на экране демонстрирует выполнение того или иного построения, а студент повторяет эти действия на своем рабочем месте. По этому принципу и излагается учебный материал в издании.

Авторы выражают надежду, что разработанные и апробированные в учебном процессе методические разработки, изложенные в этой книге, не только повысят компетентность студентов, но и помогут преподавателям в решении важнейших педагогических проблем при подготовке будущих квалифицированных специалистов для металлообрабатывающей отрасли, а также станут подлинным источником вдохновения и творческого поиска в профессиональной деятельности.

Основные определения

ЕСКД — Единая система конструкторской документации, перечень требований и правил выполнения конструкторской документации.

ЕСТД — Единая система технологической документации, перечень требований и правил выполнения технологической документации.

АксонOMETрическая проекция — вид наглядного изображения объекта при параллельном проецировании.

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности объекта.

Главный вид — основной вид предмета на фронтальной плоскости проекции, дающий наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные виды.

Детали — изделия, изготовленные из однородного по наименованию и марки материала без применения сборочных операций.

Изометрическое изображение — наглядное изображение пространственной фигуры на плоскости, выполненное по правилам черчения с одинаковым искажением по всем трем осям.

Масштаб чертежа — отношение линейных размеров изображения на чертеже к размерам объекта на чертеже. Масштабы увеличения — $2 : 1$; $2,5 : 1$ и т. д. Масштабы уменьшения — $1 : 2$; $1 : 2,5$ и т. д.

Многоугольник — замкнутая геометрическая фигура, имеющая три стороны и более.

Осевые линии — являются осями симметрии и изображаются штрихпунктирной линией.

Основная надпись — образующая часть графического документа, называемого «чертеж». В основной надписи записываются необходимые сведения конструкторского документа.

Правильный многоугольник — многоугольник, у которого все стороны и углы равны.

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями, расположенными перпендикулярно плоскостям проекций.

Сборочные единицы — изделия, составные части которых подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе путем сборочных операций.

Спецификация к сборочному чертежу — самостоятельный конструкторский документ, выполняемый на отдельных листах бумаги формата А4, включающий номера позиций, обозначения, наименования и количество составных частей, входящих в специфицируемое изделие.

Технический рисунок — изображение объекта от руки, на глаз, используя правила построения чертежных проекций.

Фаска — поверхность, образованная скосом торцевой кромки материала.

Формат листа — размер листа конструкторского документа, установлено 6 основных форматов от А5 до А0.

Чертеж — изображение предметов (или предмета), выполненное по определенным правилам с указанием размеров, масштабов, состава и т. п., однозначно определяющие эти предметы.

Геометрические термины

Дуга — кривая линия, лежащая на окружности и ограниченная двумя точками.

Ломаная линия — геометрическая фигура, состоящая из отрезков, последовательно соединенных своими концами.

Многоугольник — геометрическая фигура, определяемая как замкнутая ломаная линия.

Окружность — замкнутая плоская кривая, которая состоит из всех точек на плоскости, равноудаленных от заданной точки. Эта точка называется центром окружности.

Отрезок — часть прямой, ограниченная двумя точками.

Правильный многоугольник — многоугольник, у которого все стороны и углы одинаковые.

Прямоугольник — четырехугольник, у которого все углы прямые (равны 90 градусам).

Сплайн — плавная кривая линия, проходящая через определенные выбранные точки.

Компьютерные термины

ADEM — интегрированная конструкторско-технологическая компьютерная система. ADEM — аббревиатура из первых букв слов *Automatic Design Engineering Manufacturing* (автоматизированное черчение, проектирование, производство).

CAD — автоматизированная компьютерная система графического проектирования.

CAM — автоматизированная компьютерная система для разработки управляющих программ для оборудования с программным управлением.

CAPP — автоматизированная компьютерная система для разработки технологической документации.

Абсолютная система координат — система координат, начало которой лежит в левом нижнем углу рабочей области экрана.

Автоматическая привязка — кнопка, включение которой заставляет курсор «притягиваться» к ближайшей характерной точке изображения или ближайшему узлу сетки.

Вкладка — страница диалоговой панели.

Диалоговая панель — диалоговое окно (окно, возникающее на экране) с вкладками, используемое для настройки параметров работы.

Заголовок окна — строка над верхней границей окна, содержащая название окна.

Запрос системы на ввод значений параметра с клавиатуры — поле редактирования, появляющееся при необходимости в нижней части рабочего поля в строке состояния.

Интерфейс — система унифицированных связей и сигналов, при помощи которых электронные устройства соединяются друг с другом, или связь человека и машины.

Командная кнопка (кнопка) — кнопка с надписью на ней, «нажатие» на которую обеспечивает выполнение действия («Параметры», «Отмена» и т. д.).

Контекстное меню — раскрывающееся меню, появляющееся при «нажатии» на название на строке меню или строках контекстного меню.

Опорная сетка — сетка на экране с фиксированным расстоянием между линиями.

Панель инструментов — набор кнопок, расположенных по краям экрана, нажатие на которые инициирует выполнение операций и команд.

Переключатель — маленький белый кружочек (выбор варианта) (да — нет).

Раскрывающийся список — текстовое поле, снабженное кнопкой с направленной вниз стрелкой.

САПР — системы автоматизированного проектирования.

Строка состояния — строка в нижней части экрана, содержащая инструкции пользователю на дальнейшие действия (на синем фоне).

Твердотельная 3D-модель — пространственное изображение на экране в виде монолитной модели.

Шаг курсора — расстояние, на которое перемещается курсор при однократном нажатии на соответствующую кнопку на клавиатуре.

Шаг сетки — размер стороны одной клетки на экране.

2D — плоское изображение объекта, имеющее две оси.

3D — пространственное изображение объекта, имеющее три оси.

1. ВИДЫ И КОМПЛЕКТНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

В соответствии с требованиями ЕСКД по ГОСТ 2.102—2013 ЕСКД конструкторские документы (КД) подразделяются на виды, автоматизированная разработка и оформление части которых будут рассмотрены в данном учебном пособии, среди них:

- *чертеж детали* — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;

- *электронная модель детали* — документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю. В зависимости от стадии разработки он включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.;

- *сборочный чертеж* — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля;

- *электронная модель сборочной единицы* — документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля;

- *спецификация* — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Документы, в зависимости от стадии разработки, подразделяют на проектные (техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и рабочие (рабочая документация) в соответствии с ГОСТ 2.102—2013. В этом учебнике рассматриваются разработка и оформление рабочей документации.

Все двумерные (2D) КД выполняются как бумажный КД и (или) как электронный КД. Документы одного вида и наименования независимо от выполнения являются равноправными и взаимозаменяемыми. Все графические документы (чертежи, схемы) могут выполняться как электронные чертежи (2D) и (или) как электронные модели (3D).

При определении комплектности КД на изделия различают основной КД, основной комплект КД и полный комплект КД. В этом учебнике рассматривается разработка основных КД. За основные конструкторские документы, в зависимости от формы выполнения, принимают:

- для деталей — чертеж детали и (или) электронную модель детали;
- для сборочных единиц — сборочный чертеж и спецификацию и (или) электронную (конструктивную) структуру изделия в соответствии с ГОСТ 2.053—2013.

2. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Автоматизация конструкторской подготовки производства реализуется с помощью компьютерных программных систем. Определяющими критериями при выборе САПР для подготовки специалиста машиностроителя в современных условиях, как правило, являются:

- российская разработка;
- возможность пробной эксплуатации продукта;
- постоянная техническая поддержка разработчиками конечных пользователей не только на стадии внедрения;
- гибкая адаптация к конкретным условиям производства;
- полное соответствие требованиям ЕСКД и ЕСТД;
- надежное сетевое развертывание и поддержка;
- комплексный подход к решению задач от формирования облика изделия до подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, включая полный комплект конструкторской и технологической документации.

Последнее условие особенно актуально для будущих специалистов в области технологии машиностроения. Среди автоматизированных систем, таких как АСКОН, Т-Спрут, Т-Flex, ProENGINEER, AutoCAD, ADEM и других, используемых в машиностроении, наиболее полно отвечает этим требованиям отечественное программное обеспечение ADEM CAD/CAM/CAPP. Аналог функциональности подобного продукта можно составить только из нескольких профессиональных систем, но при этом вряд ли можно добиться тех синхронизации и глубокого взаимодействия, которые обеспечивает глубоко интегрированная CAD/CAM/CAPP-система ADEM. Группа компаний и торговая марка ADEM широко известны не только в России, но и далеко за ее пределами. Более двух десятилетий компания разрабатывает и внедряет программное обеспечение во многих отраслях и на предприятиях машиностроения. Среди них Российская самолетостроительная корпорация «МиГ», ПАО «Компания «Сухой», Государственный космический НПЦ имени М. В. Хруничева, Концерн «Калашников», предприятия Госкорпорации «Росатом», ОАО «Челябинский радиозавод «Полет» и многие другие предприятия.

Один из критериев используемой для обучения системы — это доступность для преподавателей технических дисциплин учебных заведений и студентов. Система ADEM реализуется в трех вариантах — профессиональная (для предприятий), учебная (для учебных заведений) и свободно распространяемая (для преподавателей и студентов). Две

последние имеют некоторые ограничения и не используются в коммерческих целях, но позволяют решать различные учебные задачи и вести качественную подготовку пользователей системы. Свободно распространяемую учебную версию профессиональной программы ADEM 9.0 Student можно скачать на сайте компании разработчика www.adem.ru и использовать ее для самостоятельной подготовки.

База данных изделий и модули CAD/CAM/CAE-систем до минимума сокращают время конструкторских работ (CAD-работ), резко повышают качество конструкторско-технологической документации. Как результат проектирования, все изделия представляются в электронном виде как в привычном 2D-формате (в распечатке это обычные чертежи), так и в 3D-формате (объемное изображение), дающем массу преимуществ во всех дальнейших работах. В электронных 2D и 3D-форматах могут быть представлены как изделия в целом, так и отдельные детали

Модуль ADEM CAD обеспечивает:

- трехмерное твердотельное моделирование;
- трехмерное поверхностное моделирование;
- выпуск конструкторской документации;
- работу со сканированными чертежами.

Используя ADEM CAD, можно:

- создавать и редактировать плоские и объемные модели;
- импортировать различные типы данных из других САПР-систем;
- создавать чертежную документацию, спецификации;
- распечатывать созданную документацию и др.

Черчение в модуле CAD основывается на двух схемах:

1) классической схеме на базе примитивов (отрезок, прямоугольник, окружность, кривая и т. п.);

2) способом «компьютерного инжиниринга» [3, 11], когда первоначальным источником информации для дальнейшей разработки является уже созданная или создаваемая разработчиком с использованием связанных контуров и булевых операций объемная модель изделия.

Последний вариант позволяет пользователю оперировать объектами более высокого уровня, нежели отдельные дуги и отрезки. В его распоряжении находятся так называемые связанные контуры, которые можно модифицировать, не разрушая целостности и внутренних условий сопряжения.


Кроме того, можно производить с ними операции сложения, вычитания, дополнения, создавая новые конструкции. Метод позволяет вести творческий поиск будущей геометрии в условиях неопределенности конструкции.

Оба эти способа всегда доступны конструктору, так же как и их комбинация. В сочетании с параметризацией, черчение в системе является эффективным инструментом для плоского и объемного моделирования. Реализован контроль соответствия геометрии нанесенным размерам. Чертежи, импортированные в ADEM из других систем через форматы DXF и DWG, приобретают новые свойства и могут быть параметризованы так же, как и оригинальные чертежи системы.

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ 2D-ПРИМИТИВОВ

Любое графическое изображение в конструкторской документации состоит из геометрических примитивов. Под геометрическими примитивами понимают изображения наиболее распространенных графических объектов: отрезки, окружности, дуги, ломаные линии и сплайны, замкнутые контуры, правильные многоугольники и т. п. При разработке чертежей в соответствии с заданными размерами также требуется точное позиционирование курсора при создании этих геометрических объектов. Подробное описание порядка создания таких единичных объектов в модуле ADEM CAD рассмотрено в [7, с. 24—35].

3.1. Точные перемещения при построениях

ADEM предоставляет следующие способы точного позиционирования курсора — задание координат с клавиатуры и позиционирование с клавиатуры с заданным шагом. Для поддержки выполнения этих действий в программе есть функция **Привязка**, которая позволяет устанавливать курсор в характерные точки объектов, присутствующие на чертеже: конечные точки отрезков, середину отрезка, центр дуги или окружности, точку пересечения примитивов, вспомогательные точки и т. д. Привязку можно использовать во время выполнения любых команд. При включенном режиме привязки курсор автоматически «притягивается» к характерным узлам, которые находятся в радиусе захвата курсора. Для указания точки после выбора одной из команд построения необходимо нажать левую кнопку «мыши» или клавишу «Пробел» после подведения к нужной точке, не сдвигая курсор. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (рис. 3.1), для этого указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» следует открыть группу команд **Режимы построений** (1), нажать кнопку **Автопривязка**  (2), и на экране появится окно **Автоматическая привязка**.

Выделить необходимые для проектирования характерные узлы и зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (3). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в окне **Автопривязка** (4).

Когда привязка осуществлена, то в точке привязки возникает маленький прямоугольник (рис. 3.2).

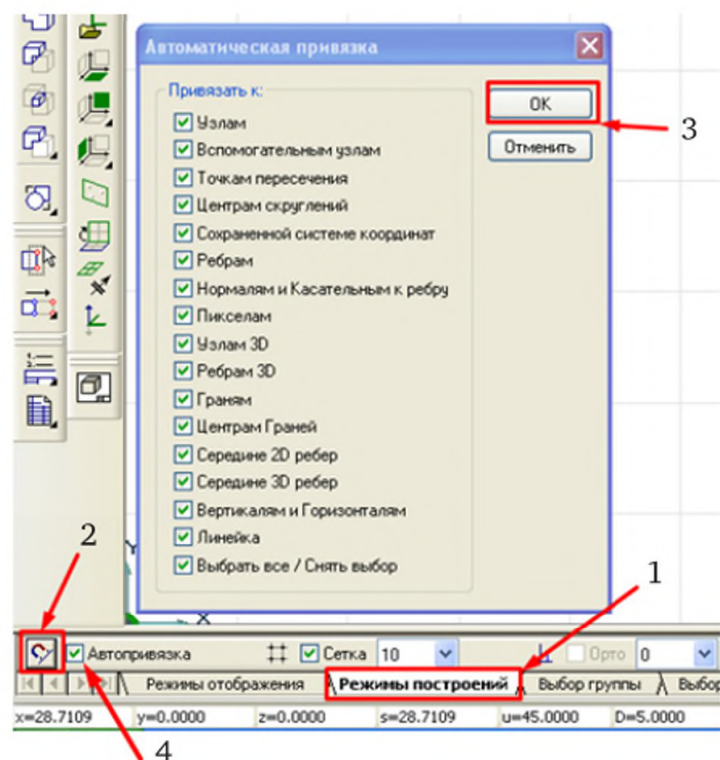


Рис. 3.1

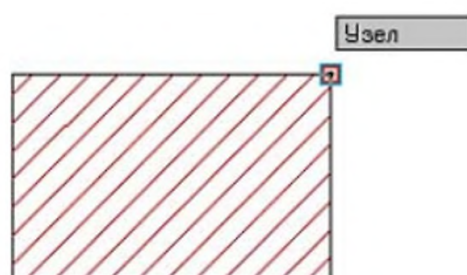



Рис. 3.2

Точные перемещения курсора позиционированием с клавиатуры с заданным шагом по осям координат X и Y осуществляется нажатием

соответствующих клавиш на клавиатуре .

Чтобы задать шаг движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** нужно ввести новое значение шага курсора (1) и нажать кнопку **OK** или клавишу **Enter** (рис. 3.3).

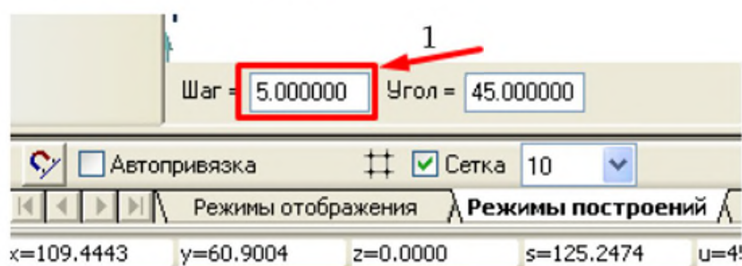


Рис. 3.3

Перемещать курсор с установленным ранее шагом можно, используя цифровую клавиатуру. Клавиши **2, 4, 6, 8** с заданным шагом перемещают курсор вдоль осей *X* и *Y* текущей системы координат, а **1, 3, 7, 9** — вдоль альтернативных направлений движения курсора (рис. 3.4).

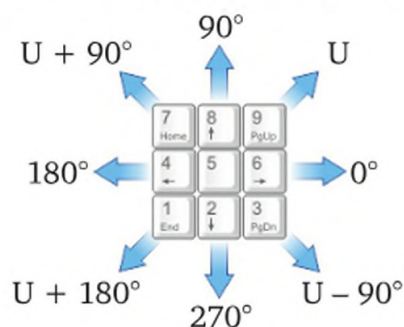


Рис. 3.4

Пример. Для точного перемещения курсора в горизонтальной плоскости на 50 мм следует курсором обозначить начало отсчета, нажать клавишу **N**, и в этом месте появится точка зеленого цвета вспомогательного узла (1) (рис. 3.5). Далее нужно нажать клавишу **D** на клавиатуре и установить в появившемся поле **Шаг 50**, зафиксировать это значение нажатием клавиши **Enter**; после нажатия на клавишу с горизонтальной стрелкой на клавиатуре или цифры **6** на цифровой клавиатуре курсор переместится на 50 мм в горизонтальной плоскости. Зафиксировать новое положение курсора нужно нажатием клавиши **N**, в этом месте появится вторая точка зеленого цвета вспомогательного узла (2).

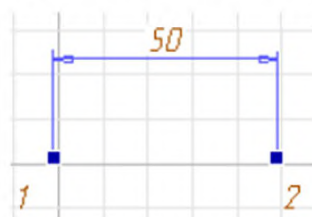


Рис. 3.5

Точные перемещения курсора заданием координат с клавиатуры могут осуществляться либо в абсолютной системе координат, начало которой при запуске программы находится в левой нижней части экрана (зеленый квадрат со стрелками *X* и *Y*), либо в относительной системе координат, начало которой с помощью нажатия клавиши **O** (лат.) можно разместить в любом месте поля чертежа и от него вести отсчет точных перемещений по осям *X*, *Y* и *Z*.

Для начала осуществления точных перемещений в относительной системе координат следует установить курсор в нужное место на поле чертежа и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат *X* и *Y*. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нужно нажать клавишу **Home** на клавиатуре, изображение на экране примет вид, показанный на рис. 3.6.

Чтобы задать фиксированное перемещение курсора в горизонтальной плоскости относительно начала координат, нужно нажать клавишу

X на клавиатуре и в открывшемся поле в левой нижней части экрана **X абс.** с клавиатуры ввести нужную численную величину горизонтального точного перемещения курсора, дробные числа вводятся с помощью десятичной точки (на рис. 3.7 — 50 мм).

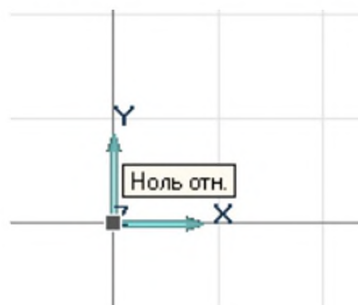


Рис. 3.6

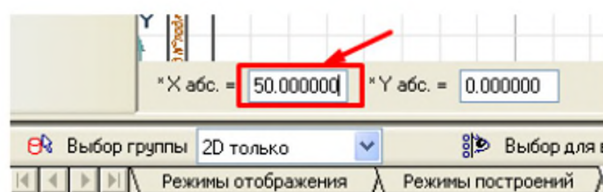


Рис. 3.7

Далее нужно нажать кнопку **ОК** в правой нижней части экрана или клавишу **Enter** на клавиатуре, курсор переместится в горизонтальном направлении на введенную величину (из точки 1 в точку 2). Чтобы зафиксировать выбранное положение курсора, нужно нажать клавишу **N**, и в этом месте появится точка синего цвета вспомогательного узла (рис. 3.8).



Рис. 3.8

Аналогичным образом выполняются точные перемещения по осям координат Y и Z, соответственно нажимая клавиши Y и Z, задавая нужные численные величины перемещений и фиксируя их нажатием кнопки **ОК** на экране.

3.2. Создание плоских элементов

С помощью средств создания плоских элементов создается плоская геометрия, оформляются чертежи и схемы. Каждый чертеж состоит из множества плоских элементов. Командные кнопки для построения таких элементов **Отрезок**, **Прямоугольник**, **Окружность**, **Дуга**, **Ломаная линия**, **Сплайн**, **Замкнутый контур**, **Контур сплайн** в модуле ADEM CAD показаны на рис. 3.9.

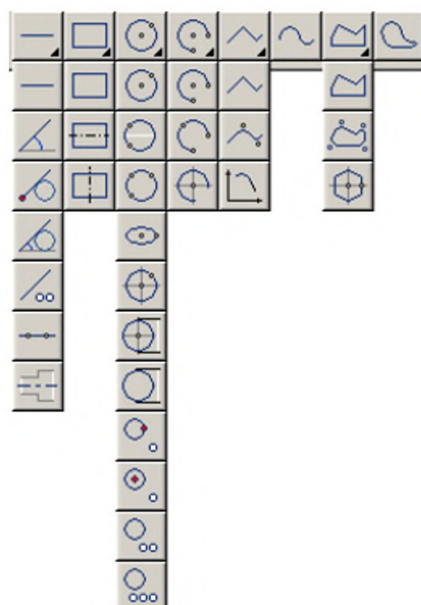


Рис. 3.9

Назначение каждой кнопки легко определяется по виду геометрической фигуры из пиктограммы на кнопке. Большинство элементов строятся посредством ввода необходимого числа опорных точек (узлов). Для некоторых элементов, таких как ломаная линия, замкнутый контур и сплайн, количество опорных точек заранее не определено. Для завершения построения таких элементов необходимо нажать среднюю кнопку «мыши» или клавишу **Esc** на клавиатуре. При построении элементов, имеющих определенные атрибуты (тип линии, тип штриховки), значения которых отличаются от установленных в системе в данный момент, нужные значения атрибутов устанавливаются до начала построения.

Для выполнения плоского моделирования используется находящаяся в системе база данных плоских изображений, перечень которых указан на рис. 3.10.

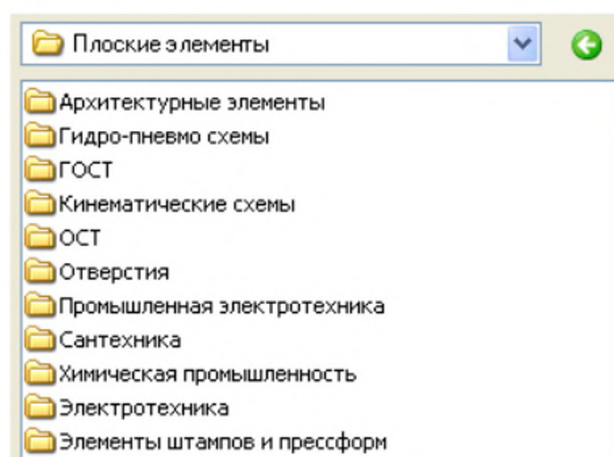


Рис. 3.10

Более полное описание создания, редактирования и управления плоскими элементами приведено в источнике [7, с. 24—35].

4. ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

К геометрической информации об изделии предъявляются самые высокие требования по качеству и точности отображения реального объекта. Особенно высокие требования к точности геометрического описания предъявляются к трехмерным моделям, которые зачастую используются в качестве исходных данных при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ.

Результатом проектирования с использованием САПР является *модель* — математическое представление геометрической формы, хранящееся в памяти компьютера. Трехмерные модели состоят из совокупности взаимосвязанных между собой тел, поверхностей, контуров.

Различают следующие виды моделей:

- 1) каркасные — описываемые набором отрезков прямых линий и кривых (граней);
- 2) поверхностные — описываемые набором поверхностей;
- 3) твердотельные — описываемые набором тел (замкнутых объектов, ограниченных поверхностями);
- 4) гибридные — описываемые сочетанием поверхностей и тел.

Большинство современных САПР поддерживает гибридное моделирование. В системе ADEM реализовано множество различных методов создания объемных тел. Большинство объемных тел создается на основе профилей, например, смещением или вращением профиля.

Командные кнопки построения 3D-элементов на основе профилей **Проволока** и **Труба**, **Движение**, **Сфера**, **Вращение**, **Смещение** показаны на рис. 4.1.



Рис. 4.1

Командные кнопки построения 3D-элементов на основе уже существующих 3D-тел **Сквозное отверстие**, **Отверстие**, **Извлечение тела**, **Добавить материал**, **Сечения**, **Оболочка**, **Разделение прессформы** показаны на рис. 4.2.

Назначение каждой командной кнопки легко определяется по пиктограмме, находящейся на кнопке запуска команды.

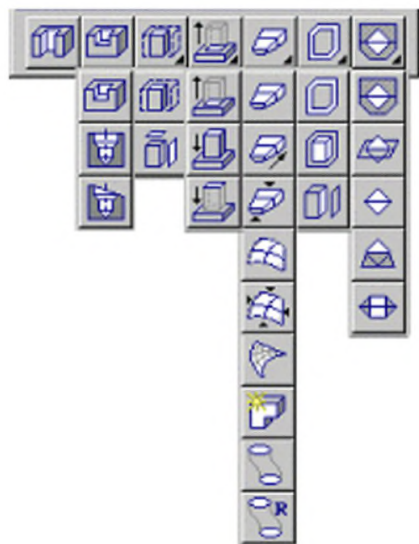


Рис. 4.2

Для выполнения объемного моделирования используется находящаяся в системе база данных стандартных объемных изображений, перечень которых указан на рис. 4.3.

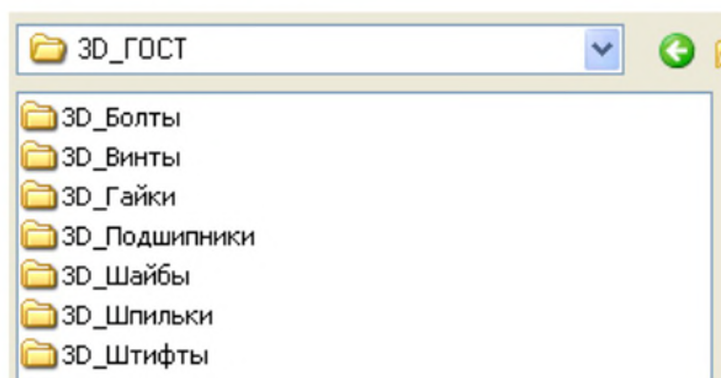


Рис. 4.3

Как правило, создание трехмерных объектов начинается с построения плоских контуров, которые впоследствии при помощи специальных операций преобразуются в поверхности или тела.

Существуют следующие основные типы таких операций.

1. **Выдавливание.** Исходными данными для операции являются образующий контур и траектория. Результатом является тело, которое занимает объем, последовательно «заполненный» контуром при его движении вдоль траектории.

2. **Вращение.** Исходными данными для операции являются образующий контур и ось вращения. Результатом является тело, которое занимает объем, последовательно «заполненный» контуром при его вращении вокруг оси.

3. **Построение по сечениям.** Исходными данными является набор сечений. Результатом является поверхность или тело, образованное соединением исходных сечений (контуров).

Более полное описание создания объемных элементов приведено в источнике [7 с. 56—69].

Сложные объекты обычно состоят из значительного числа поверхностей, в таких случаях необходимо использовать несколько контуров для их построения. Кроме того, построение отдельных тел и поверхностей не приводит к образованию единой модели объекта, поскольку они не являются взаимосвязанными между собой. Для установления взаимосвязей необходимо соответствующим образом сориентировать тела и поверхности и с помощью специальных операций объединить их в одно целое.

Объединение тел выполняется при помощи булевых операций. *Булевы операции* представляют собой логические операции над телами, в результате которых исходные тела преобразуются в одно тело. Существует три вида булевых операций.

1. **Объединение** — результатом операции является тело, занимающее объем всех исходных тел.

2. **Вычитание** — в данной операции определяется тело, которое является в операции уменьшаемым и тела, являющиеся вычитаемыми. При этом результатом является тело, занимающее весь объем уменьшаемого тела, за исключением объема, который занимали вычитаемые тела.

3. **Пересечение** — результатом операции является тело, занимающее объем, который одновременно занимали все исходные тела.

Объединение поверхностей друг с другом и твердыми телами обычно выполняется при помощи *операции сопряжения*, в результате которой формируется переходная поверхность, осуществляющая плавный переход исходных поверхностей.

Более полное описание операций с объемными моделями приведено в источнике [7, с. 56—65].

5. КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНЖИНИРИНГ, РАЗРЕЗЫ И СЕЧЕНИЯ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ

В интегрированных конструкторско-технологических системах, в том числе и в ADEM, есть возможность производить проектирование по принципу *компьютерного инжиниринга*, когда первоначальным источником информации для дальнейшей разработки является уже созданная или создаваемая разработчиком объемная модель изделия. На рис. 5.1 показаны объемная модель и чертежные виды, полученные с нее.

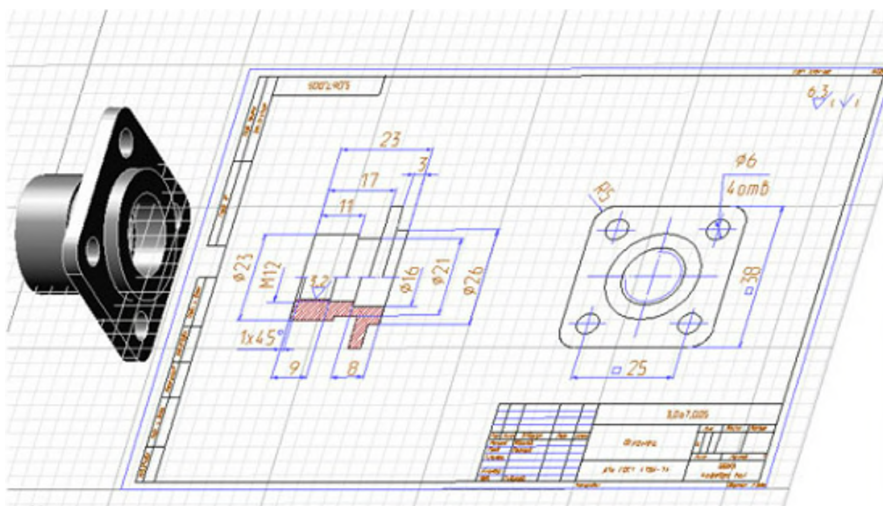


Рис. 5.1

Схема реализации принципа компьютерного инжиниринга выглядит следующим образом:

- создание 2D-шаблона будущей объемной модели (рис. 5.2, а);
- формирование 3D-модели одним из способов, описанных выше (см. разд. 4) (рис. 5.2, б);
- редактирование 3D-модели — образование фасок, скруглений, отверстий, добавление/удаление материала и т. п. (рис. 5.2, в);
- получение чертежных видов с объемной модели с помощью функции **Главные виды** системы;
- выполнение необходимых разрезов и сечений на чертежных видах;
- оформление чертежа — размеры, отклонения, шероховатость, технические требования, заполнение основной надписи (см. разд. 6) (рис. 5.2, г).

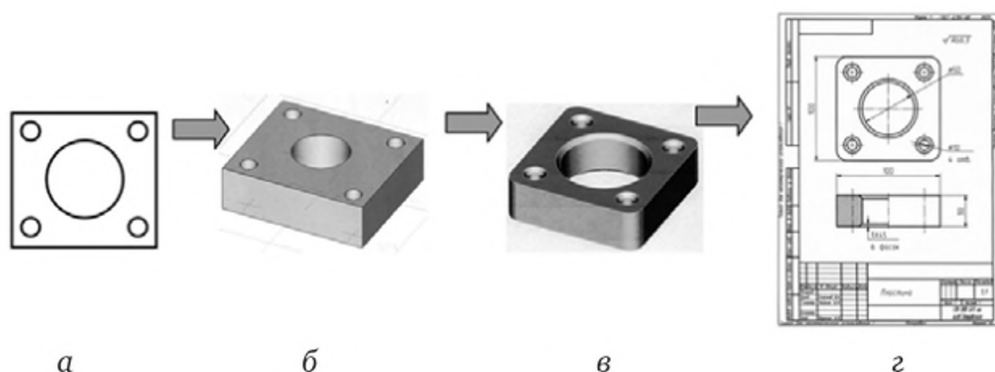


Рис. 5.2

Функция **Главные виды** позволяет получить чертежные проекции с ранее созданной объемной модели. В системе ADEM возможно получение главных видов как для отдельной детали, так и для сборки.

Чтобы построить главные виды с объемной модели, требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели** (1) на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля (рис. 5.3). В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды** (2), отпустить левую кнопку «мыши».

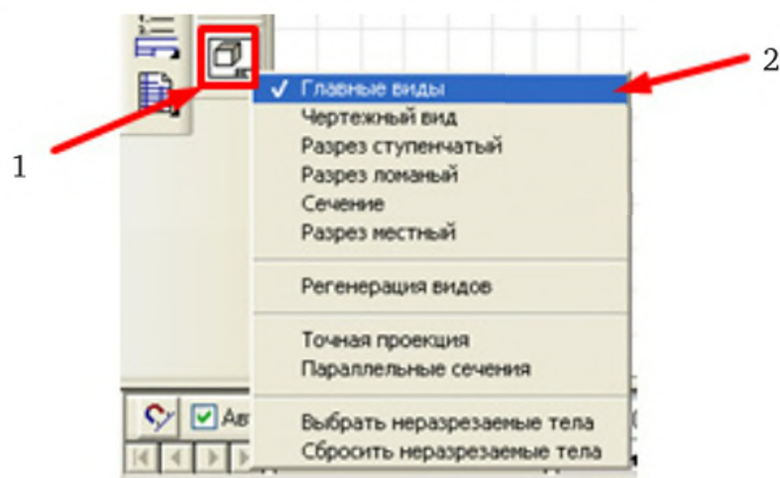


Рис. 5.3

2. Появится диалоговое окно **Получение видов** (рис. 5.4). В нем нужно отметить флажками виды, которые требуется построить, указать расстояние между видами.

3. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре.

4. Указать курсором, где на рабочей плоскости будут располагаться построенные виды. В нижней части экрана появится строка ввода параметров (рис. 5.5).

5. При необходимости с помощью движка **Расстояние** или поля ввода можно изменить расстояние между видами. По окончании ввода изменений следует нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**.

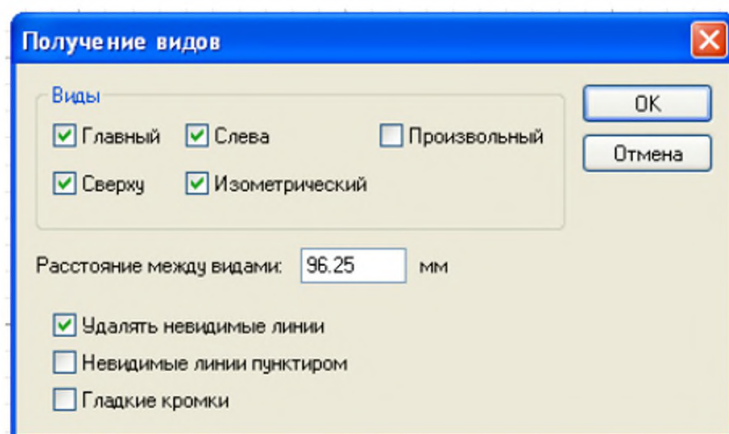


Рис. 5.4

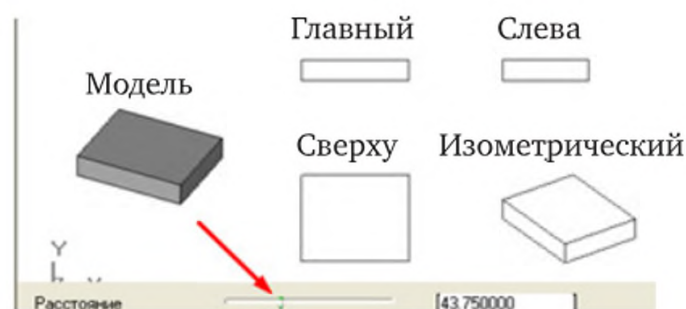



Рис. 5.5

Функция **Разрез** позволяет получать разрезы при помощи главных и вспомогательных видов. Можно строить ломаные, ступенчатые и местные разрезы.

Чтобы построить ступенчатый разрез, требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля. В дополнительном меню выбрать пункт **Разрез ступенчатый** (рис. 5.6).

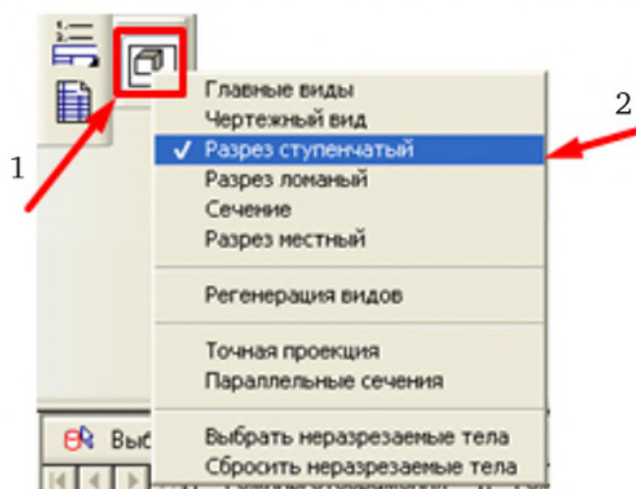


Рис. 5.6

2. Появится диалоговое окно **Вид для отрисовки** (рис. 5.7). В нем нужно выбрать литеру обозначения разреза и его масштаб. Важно помнить, что масштаб разреза задается относительно главного вида, на основе которого он строится. Затем надо нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**.

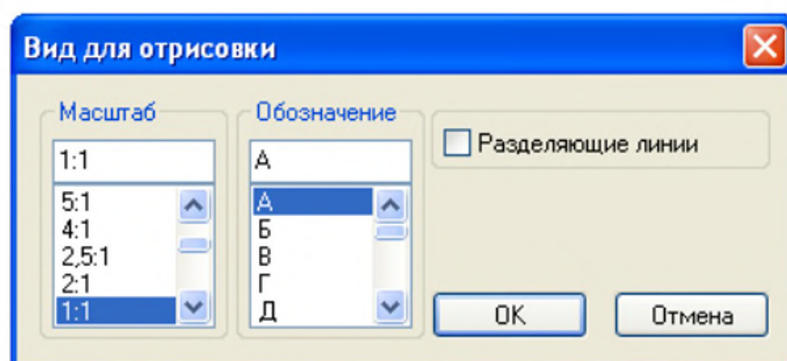


Рис. 5.7

3. В строке состояния появится запрос **Плоский вид?**. Следует указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» плоский вид. Построить линию разреза, указывая последовательно начальную, промежуточные и конечную точки. В ступенчатом разрезе линия разреза определяет набор секущих плоскостей, пересекающихся *только под прямым углом*. Для завершения построения линии нужно нажать среднюю кнопку «мыши» или клавишу **Esc**. Разрез будет построен (рис. 5.8).

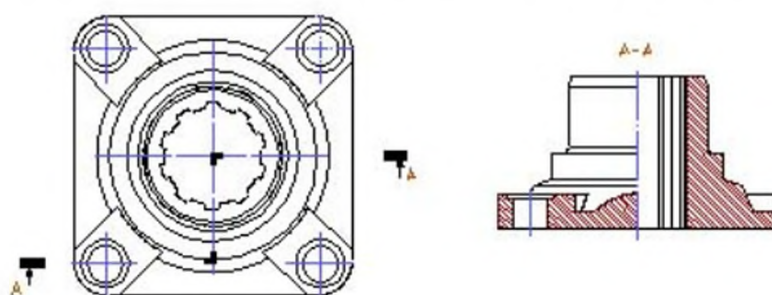



Рис. 5.8

4. Выбрать тип штриховки разреза.

Функция **Сечение** позволяет получать сечения на главных и вспомогательных видах. Для получения сечения необходимо задать один из видов, линию разреза, наименование и положение сечения. Система ADEM автоматически проставляет на чертеже обозначение сечения.

Чтобы построить сечение, требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля. В дополнительном меню выбрать пункт **Сечение** (рис. 5.9).

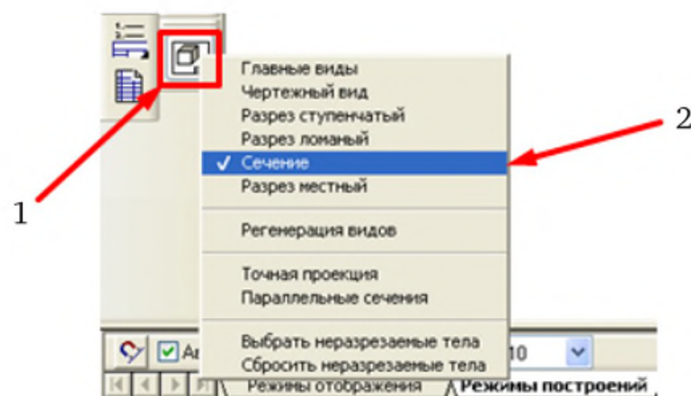


Рис. 5.9

2. Появится диалоговое окно **Вид для отрисовки** (рис. 5.10). Нужно выбрать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» литеру обозначения сечения и его масштаб. Нажать кнопку **OK** или **Enter**.

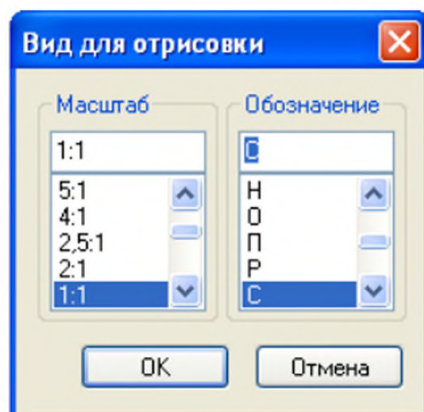


Рис. 5.10

3. В строке состояния появится запрос **Плоский вид?**. Выбрать в закладке **Линии и штриховки** тип штриховки сечения. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» указать на плоский вид, на котором выполняется сечение. Построить линию сечения, указав курсором и щелчками левой кнопки «мыши» ее начальную (1) и конечную точку (2) (рис. 5.11).

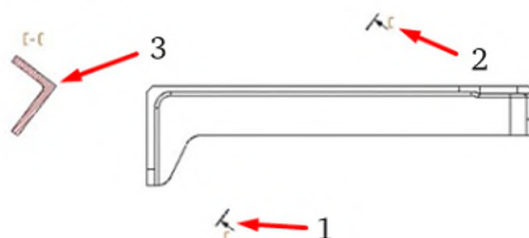


Рис. 5.11

4. Переместить курсором сечение в нужное место на рабочей плоскости и щелкнуть левой кнопкой «мыши». Сечение будет зафиксировано в указанном курсором месте (3) (см. рис. 5.11).


6. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА — ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, РАЗМЕРЫ, ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ, ШТРИХОВКА

Требования технические — указания по изготовлению и контролю изделия. Например, это требования к термической обработке, качеству материала, методам испытаний, к маркировке, условиям эксплуатации и др. Оформление технических требований на чертеже регламентируется документом «ГОСТ 2.316—2008. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения».

Команда **Технические требования** позволяет создавать и редактировать список технических требований в соответствии с ЕСКД.

Для создания технических требований требуется выполнить следующие действия.

1. Загрузить чертеж изделия, на которое разрабатываются технические требования (используя подпункт **Открыть** из пункта меню **Файл**), или создать новый.

2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Технические требования**  на вертикальной панели слева от рабочего поля (рис. 6.1).

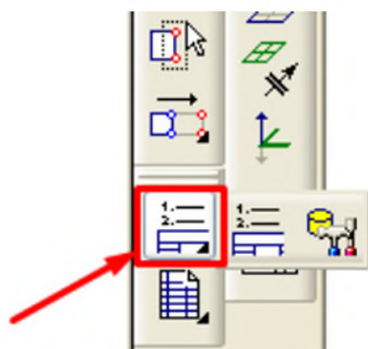







Рис. 6.1

3. Появится диалоговое окно **Технические требования** (рис. 6.2). В нем нужно добавить технические требования в список при помощи кнопки  либо загрузить их из базы при помощи кнопки . Кроме этого, можно удалять ненужные требования при помощи кнопки  или перемещать требования в списке при помощи кнопок  и , а также менять параметры текста и параграфа.

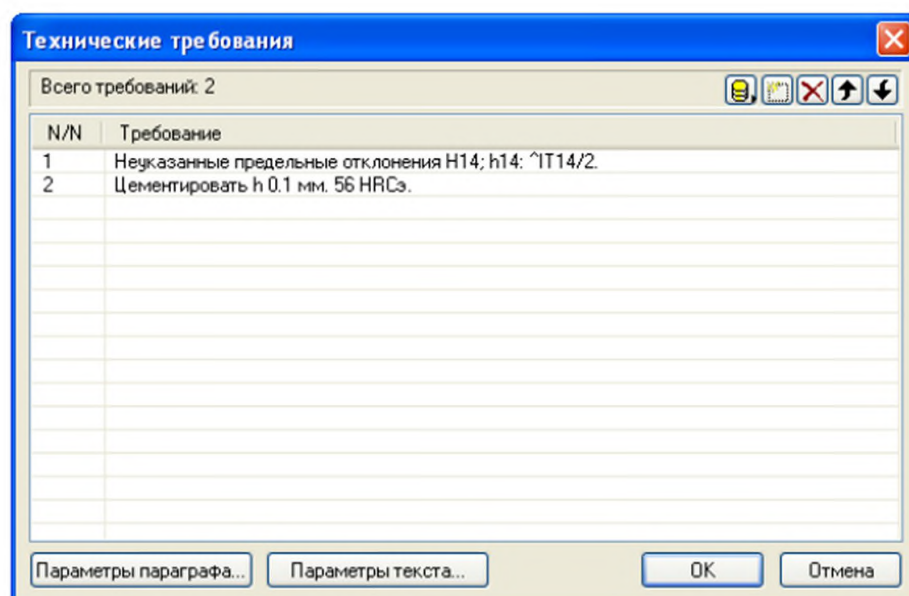


Рис. 6.2

4. После ввода списка нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**, и составленный перечень технических требований появится на поле чертежа.

Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах регламентируется документом «ГОСТ 2.307—2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение размеров и предельных отклонений».

Командные кнопки простановки линейных и угловых размеров расположены на панели инструментов **Размеры** (рис. 6.3).

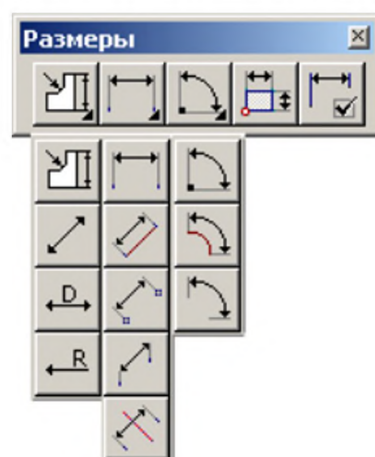








Рис. 6.3

В ADEM существует 12 стандартных типов размеров, при оформлении чертежей конструкций наиболее часто используются следующие варианты: **Ортогональный размер** , **Угловой размер** , **Диаметральный размер** , **Радиальный размер** , **Авторазмер** .

Команда **Ортогональный размер** позволяет строить горизонтальные и вертикальные размеры между двумя точками, причем величина размера определяется автоматически.

Для простановки ортогонального размера требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора на кнопку **Ортогональный размер**  и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размера. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» первую и вторую базовые точки, между которыми проставляется размер.

2. Передвижением курсора указать точку, задающую положение размерной линии. Откроется диалоговое окно **Редактирование размера** (рис. 6.4). В нем необходимо установить нужное положение стрелок и другие необходимые параметры, в том числе квалитет и допуски.

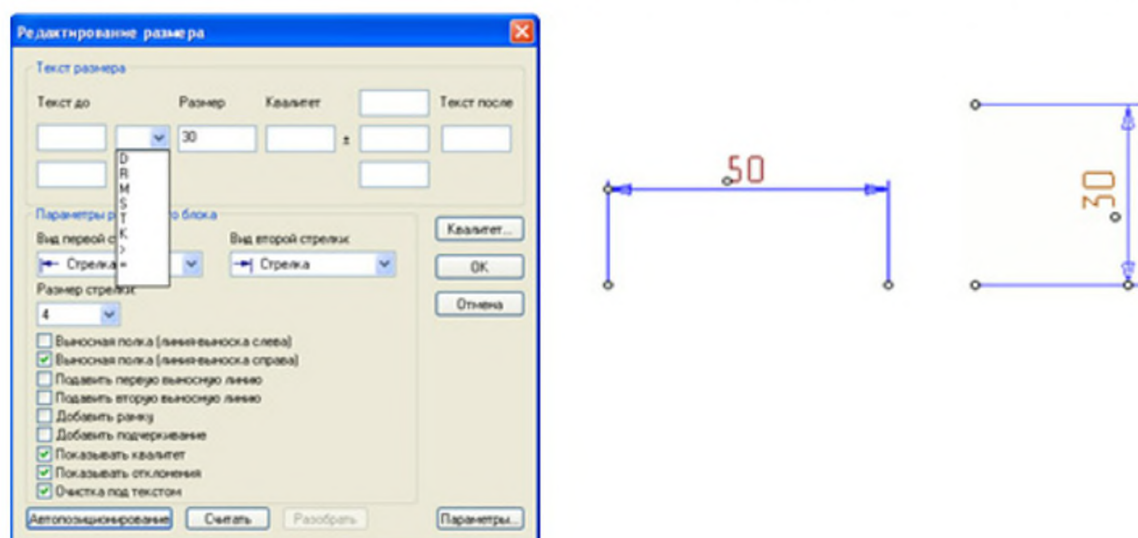




Рис. 6.4

3. Если редактирование размера закончено, нужно выполнить одно из следующих действий:

- при нажатии на кнопку **Автопозиционирование** ADEM автоматически расположит текст размера точно посередине размерной линии;
- при нажатии на кнопку **ОК** или клавиши **Enter** для задания положения текста размера вручную укажите курсором положение текста размера.

Команда **Диаметральный размер** используется для простановки диаметральных размеров окружностей и дуг. Система автоматически определяет диаметр окружности или дуги и добавляет соответствующий символ к тексту. Размер может быть размещен как с внутренней, так и с внешней стороны окружности или дуги.

Для простановки диаметрального размера требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Авторазмер**  (1) (рис. 6.5). На раскрывшейся панели выбрать кнопку **Диаметральный размер** , левую кнопку «мыши» отпустить.

2. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» противоположные точки на контуре окружности или дуге. Откроется диалого-

вое окно **Редактирование размеров** (рис. 6.6). В поле **Размер** будет указано численное значение диаметра, требуется установить нужное положение стрелок (3) и другие необходимые параметры, в том числе квалитет и допуски (4).

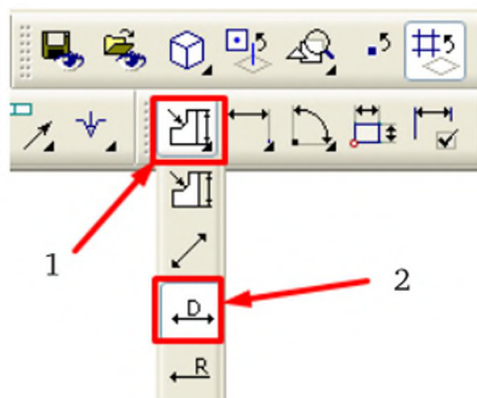


Рис. 6.5

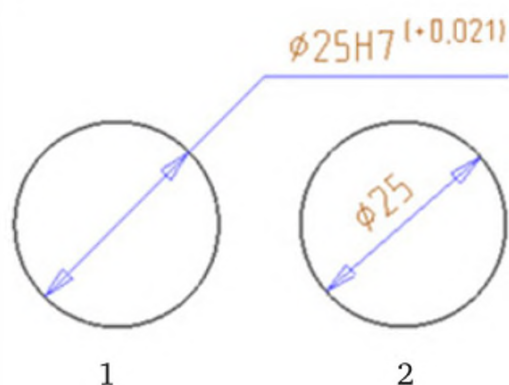
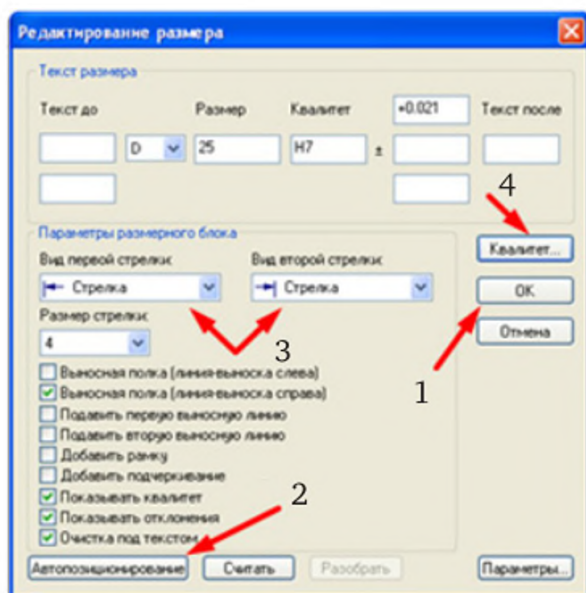


Рис. 6.6



3. Если редактирование размера закончено, нужно выполнить одно из следующих действий:

- нажать кнопку **ОК** в окне или клавишу **Enter** на клавиатуре для задания положения текста размера вручную, указать курсором положение текста размера (поз. 1);

- нажать кнопку **Автопозиционирование**, ADEM автоматически расположит текст размера точно посередине размерной линии (поз. 2).

Команда **Радиальный размер** используется для простановки радиальных размеров окружностей и дуг. Система автоматически определяет радиус окружности или дуги и добавляет соответствующий символ к тексту размера. Размер может быть размещен как с внутренней, так и с внешней стороны окружности или дуги.

Для простановки радиального размера требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Авторазмер**  (1) (рис. 6.7). На раскрывшейся панели выбрать кнопку **Радиальный размер**  (2), левую кнопку «мыши» отпустить.

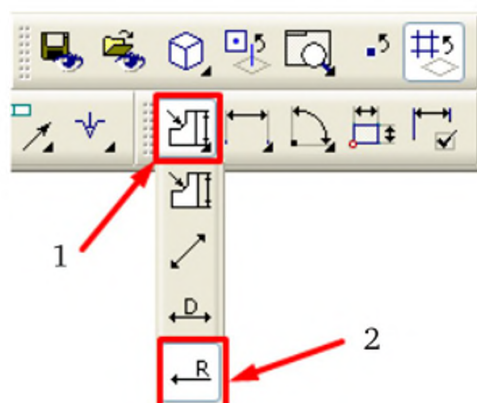


Рис. 6.7

2. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» точку на контуре окружности или дуге и точку, указывающую направление расположения размерной стрелки. Откроется диалоговое окно **Редактирование размеров** (рис. 6.8). В нем необходимо установить нужное положение стрелок и другие необходимые параметры, в том числе квалитет и допуски.

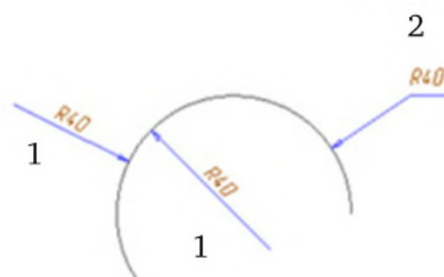
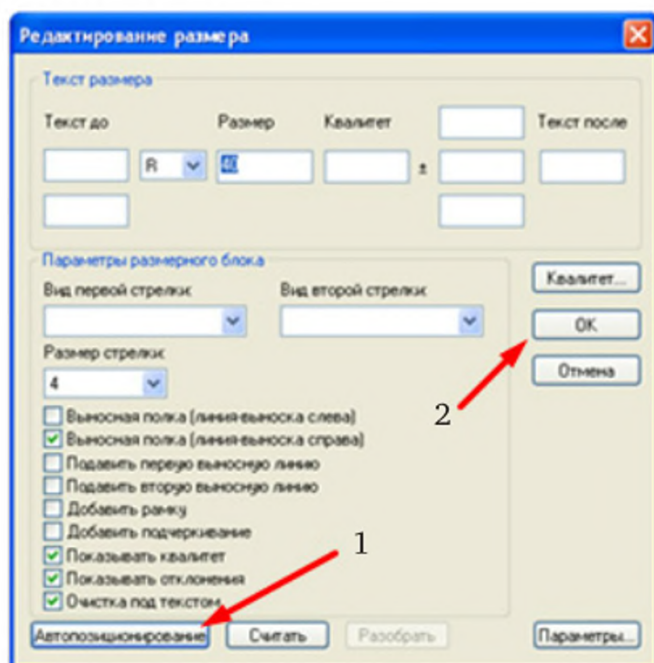



Рис. 6.8

3. Если редактирование размера закончено, нужно выполнить одно из следующих действий:

- нажать кнопку **Автопозиционирование**, ADEM автоматически расположит текст размера точно посередине размерной линии (поз. 1);
- нажать кнопку **ОК** в окне или клавишу **Enter** на клавиатуре для задания положения текста размера вручную, указать курсором положение текста размера (поз. 2).

Команда **Авторазмер** позволяет выполнять обозначения линейных, угловых и диаметральных размеров. Функция выполняет изображение соответствующей размерной линии для указанного геометрического элемента чертежа. Например, для прямой — линейный размер, для дуги — радиальный размер, а для окружности — диаметральный размер.

Для простановки линейных размеров при помощи команды **Авторазмер** требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора на кнопку **Авторазмер**  и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размера (рис. 6.9).

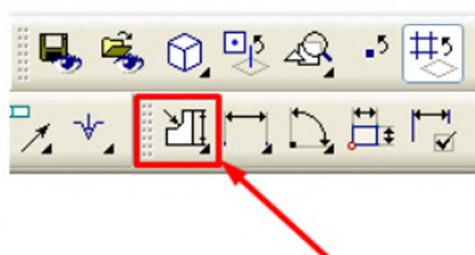


Рис. 6.9

2. В случае простановки размера, параллельного ребру, — указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» элемент (1) (рис. 6.10), нажать **Esc** или среднюю клавишу «мыши».

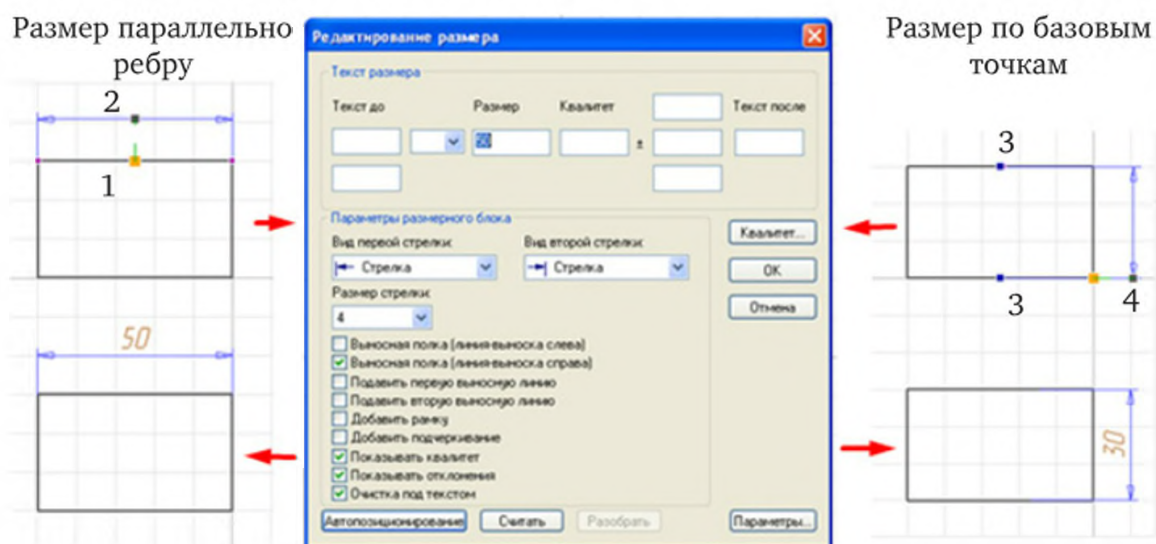


Рис. 6.10

3. В случае простановки размера между двумя параллельными ребрами — указать первую базовую точку (3) на одном ребре и вторую базовую точку (3) на другом ребре (см. рис. 6.10).

4. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку, задающую положение размерной линии (2 или 4). Откроется диалоговое окно **Редактирование размера** (см. рис. 6.10). В нем необходимо установить нужное положение стрелок и другие необходимые параметры, в том числе квалитет и допуски.

5. ADEM определяет горизонтальное расстояние между двумя отмеченными базовыми точками, используя единицы измерения, которые установлены, и заносит его значение в поле **Размер**. Если необходимо изменить текст размера, нужно указать курсором на поле **Размер** и ввести новое значение.

6. Если редактирование размера закончено, выполняются следующие действия:

- при нажатии на кнопку **Автопозиционирование** ADEM автоматически расположит текст размера точно посередине размерной линии;
- при нажатии на кнопку **OK** в окне или клавиши **Enter** на клавиатуре для задания положения текста размера вручную требуется указать курсором положение текста размера и зафиксировать щелчком левой кнопки «мыши».

Аналогичным способом и в таком же порядке при помощи команды **Авторазмер** проставляются диаметральные и радиальные размеры.

Редактирование текста размера. Текст размера может включать в себя следующие элементы, отражаемые в окне **Редактирование размеров** (рис. 6.11).

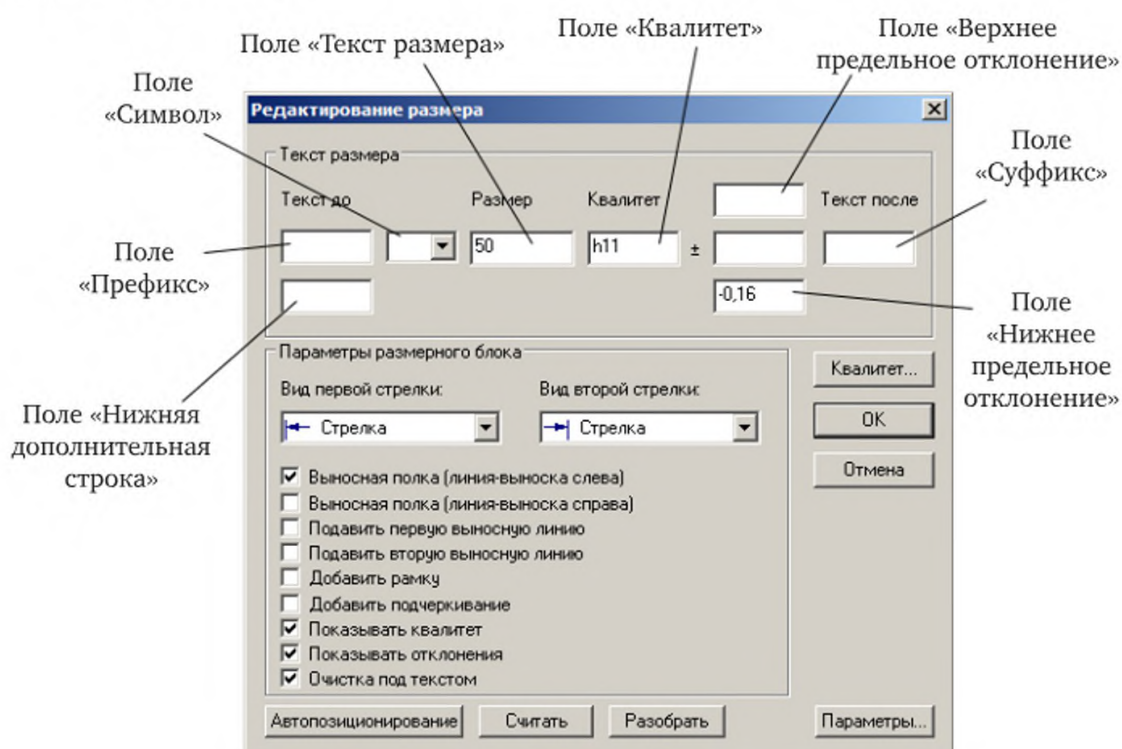


Рис. 6.11

Нижняя дополнительная строка — текстовая строка, размещаемая под текстом размера.

Текст до — текст, расположенный до основного размерного текста.

Символ — символ диаметра, радиуса, резьбы или какой-либо другой, проставленный автоматически системой или выбранный пользователем.

Размер — величина размера в установленных единицах измерения.

Квалитет — квалитет точности.

Верхнее предельное отклонение.

Симметричное предельное отклонение.

Нижнее предельное отклонение.

Текст после — текст, расположенный после основного размерного текста.

Примеры результатов простановки размеров с учетом квалитетов точности и величин отклонений приведены на рис. 6.12.

ADEM CAD позволяет создавать штриховку внутри областей, ограниченных как исключительно основными линиями, так и всеми типами линий. Штриховка материалов на чертежах регламентируется документом «ГОСТ 2.306—68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах».

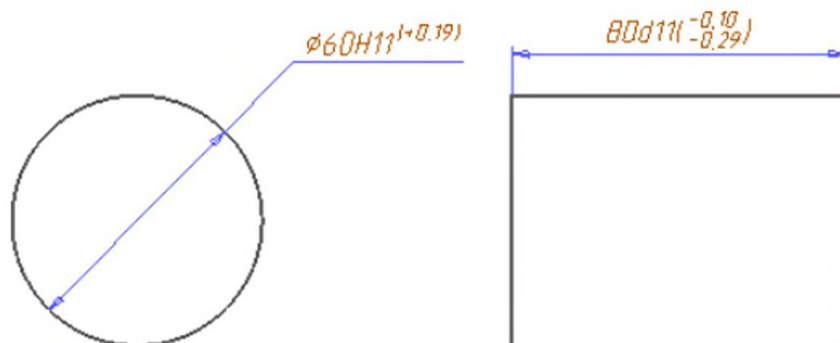


Рис. 6.12

Для выполнения штриховки области необходимо выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» открыть закладку **Линии и штриховки** (рис. 6.13). Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» выбрать нужный тип штриховки.



Рис. 6.13

2. Нажать и удерживать кнопку **Штриховка области** (рис. 6.14). В появившемся дополнительном меню для штриховки области, ограниченной основными линиями, необходимо выбрать пункт **Основные**.

Для штриховки области, ограниченной различными типами линий, необходимо выбрать пункт **Все типы**.

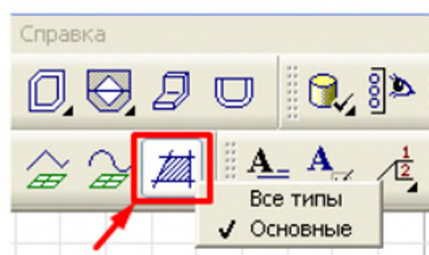


Рис. 6.14

3. Указать курсором точку внутри штрихуемой области и щелкнуть левой кнопкой «мыши» (рис. 6.15).

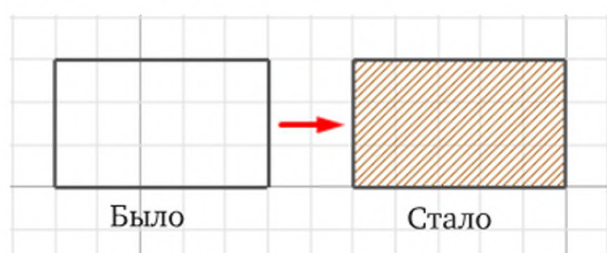




Рис. 6.15

4. После выполнения штриховки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Пустой тип штриховки**  отключить дальнейшую штриховку вновь создаваемых областей.


Чтобы изменить тип штриховки области, необходимо выполнить следующие действия.

1. Выбрать тип штриховки, который необходимо присвоить области в закладке **Линии и Штриховки**.

2. Нажать кнопку **Изменение штриховки**  на вертикальной панели кнопок справа от рабочего поля.

3. Указать точку заштрихованной области, тип штриховки которой необходимо изменить. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Тип штриховки изменится на указанный.

Обозначения шероховатости поверхности на чертежах регламентированы документом «ГОСТ 2789—73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики». Для их задания требуется выполнить следующие действия.

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Обозначение шероховатости**  запустить процедуру простановки обозначения шероховатости поверхности. На экране появится диалог **Обозначение шероховатости** (рис. 6.16).

2. Выделить в окне необходимые значения шероховатости для отдельной поверхности или изделия (поле **Общая**).

3. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку привязки или элемент, к которому будет привязан данный символ.

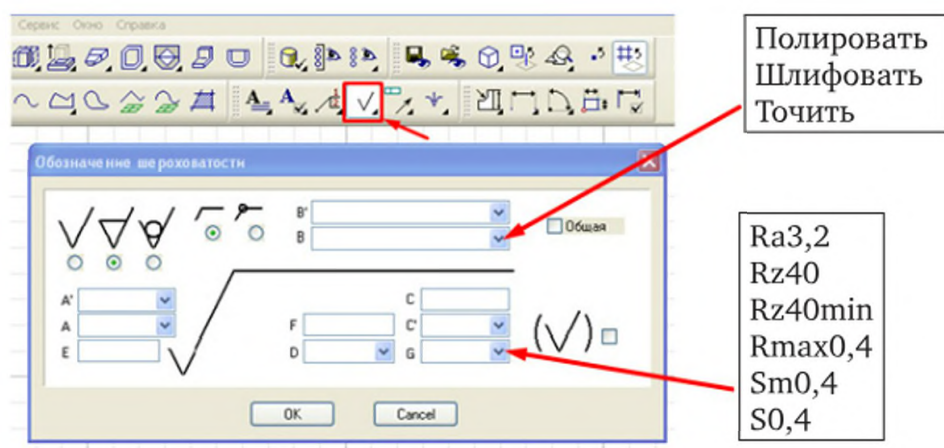


Рис. 6.16

4. Указать курсором положение обозначения шероховатости относительно указанного элемента либо вторую точку, определяющую угол разворота. Чтобы не задавать угол разворота, нужно нажать среднюю кнопку «мыши» или клавишу **Esc**.

На рис. 6.17 представлены варианты обозначения шероховатости поверхностей: 1 — обозначение шероховатости отдельной поверхности; 2 — обозначение шероховатости, одинаковой для остальных поверхностей.

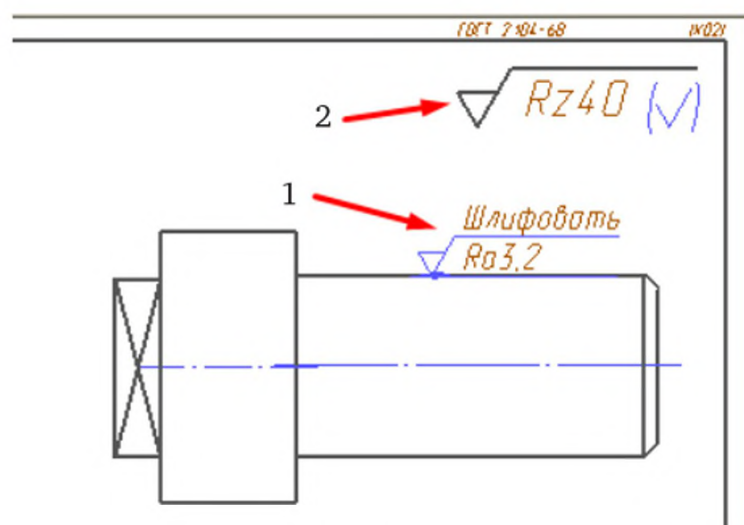


Рис. 6.17

7. РАЗРАБОТКА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ, ОФОРМЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ

Сборочный чертеж — конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля, его изображение регламентируется документом «ГОСТ 2.109—73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам». Сборочный чертеж состоит из изображений деталей, входящих в изделие, содержит необходимые данные для выполнения по данному чертежу детализованных чертежей и имеет в обозначении шифр «СБ».


Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении основных частей и обеспечивающее возможность сборки и контроля;

- размеры габаритные, установочные и присоединительные с предельными отклонениями;

- номера позиций составных частей, входящих в изделие.

Все детали, входящие в конструкцию, изображенную на чертеже, перечисляются в специальном документе **Спецификация**, прилагаемом к сборочному чертежу. **Спецификация** — конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Оформление спецификации регламентируется документом «ГОСТ 2.106—96. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы».

Главные виды сборочного чертежа можно получить с построенной ранее объемной модели конструкции с помощью функции **Создание чертежных видов по 3D модели**  (см разд. 5).

Пример выполнения комплекта конструкторской документации представлен на рис. 7.1 (а — сборочный чертеж; б — спецификация).

Спецификация, созданная в системе ADEM, связана со сборочным чертежом через номера позиций. При изменении нумерации позиций в дереве спецификации изменения автоматически отображаются на чертеже. Создание спецификации в системе происходит в несколько этапов. Сначала пользователь вводит данные об изделии и его составляющих. Далее система сортирует объекты спецификации и присваивает каждому из них соответствующий номер. Затем пользователь расставляет позиции для каждого элемента сборки на чертеже. После этого выполняется формирование спецификации.

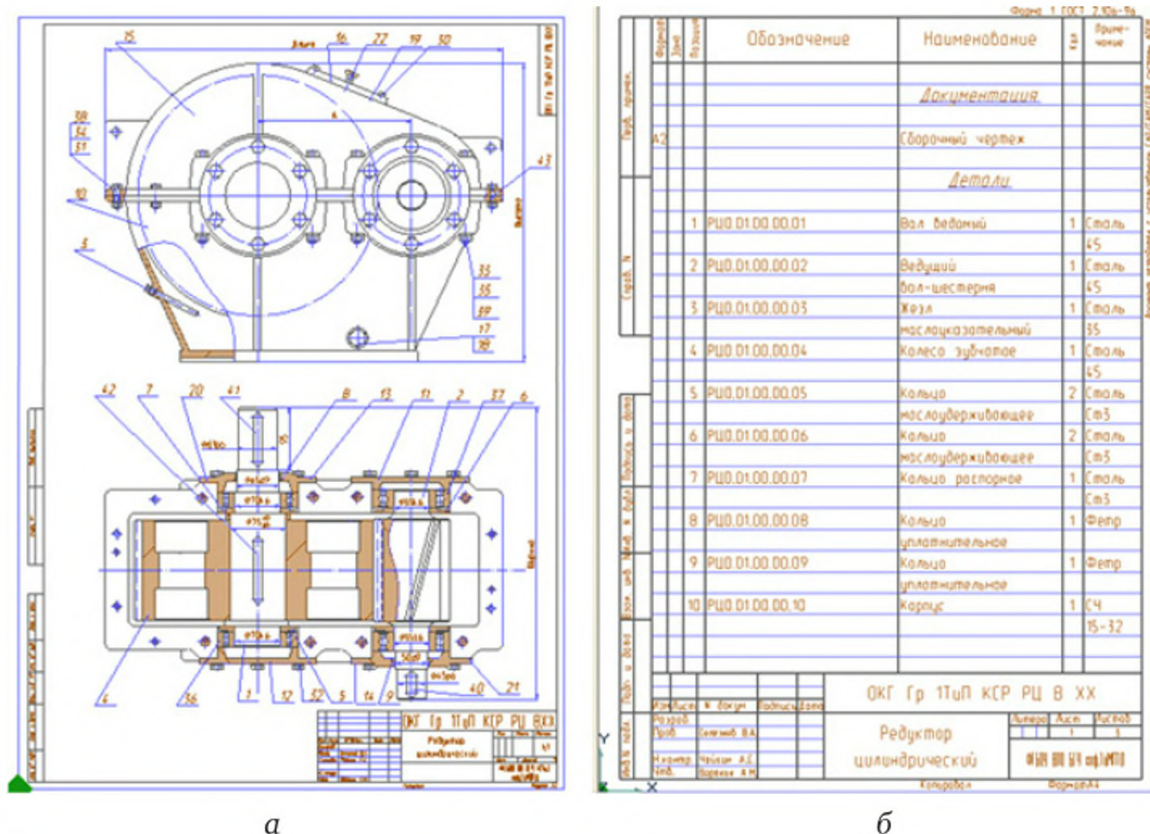


Рис. 7.1

Для создания спецификации требуется выполнить следующие действия.

1. Если необходимо, загрузить сборочный чертеж (используя подпункт **Открыть** из пункта меню **Файл**) или создать новый.

2. Дерево построения спецификации отражается в окне проекта, открытие которого выполняется через клавишу группы команд **Сервис** (1): в выпадающем меню рядом с текстом **Окно проекта** необходимо поставить «птичку» (2). Слева от рабочего поля откроется зона «Окно проекта» (3), в которой будут фиксироваться сведения из спецификации (рис. 7.2).



Рис. 7.2

3. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Спецификация** (1), открыть дополнительное меню (рис. 7.3). Выбрать тип документа **Спецификация** (2).

4. Система создаст дерево спецификации с соответствующими разделами в окне проекта. Для внесения общих данных по спецификации надо указать курсором первый объект дерева спецификации **Специфи-**

кация единичная. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Редактировать** (рис. 7.4).

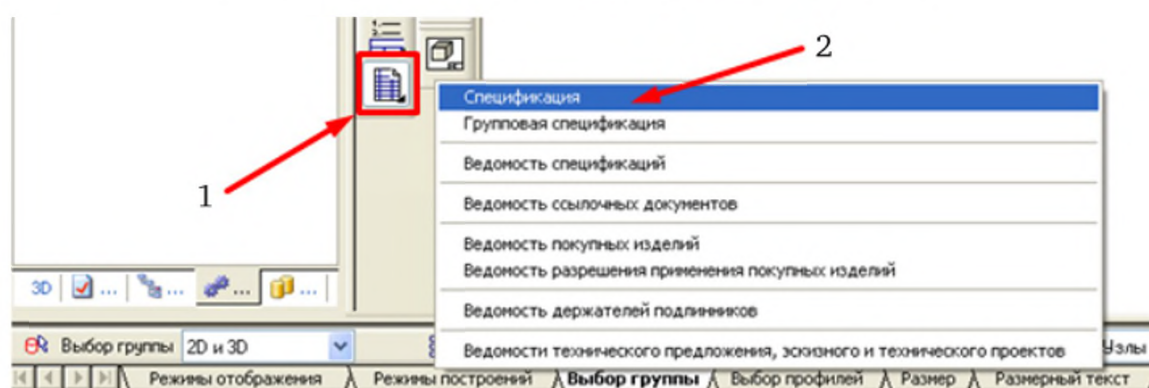


Рис. 7.3

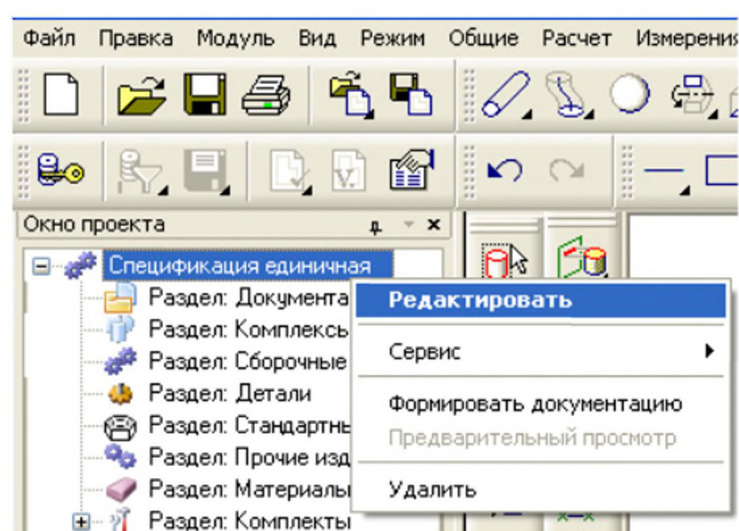


Рис. 7.4

5. В появившемся диалоге **Спецификация** (рис. 7.5) ввести с клавиатуры сведения об изделии и разработчиках и нажать кнопку **ОК**.

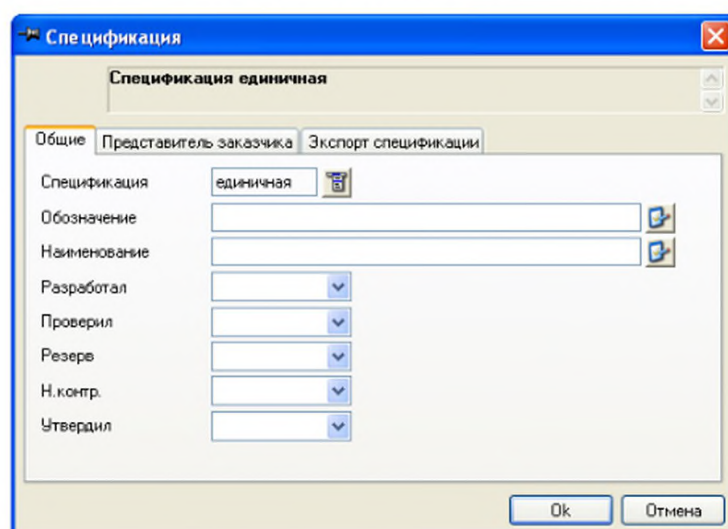


Рис. 7.5

6. В раздел **Документация** вносятся документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации. Для внесения данных по документации нужно указать курсором в дереве спецификации пункт **Раздел: Документация**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый** (рис. 7.6).

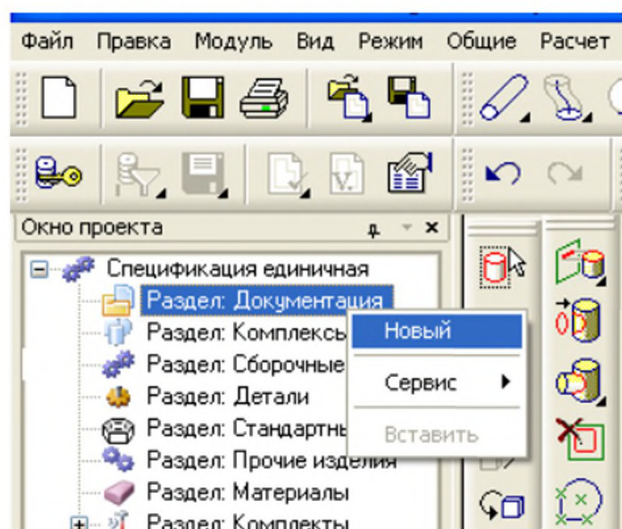


Рис. 7.6

7. В появившемся диалоге **Элемент спецификации** (рис. 7.7) ввести в поле **Формат** нужное значение (А4, А3, ...) и в поле **Наименование** — **Сборочный чертеж** и нажать кнопку **ОК**.

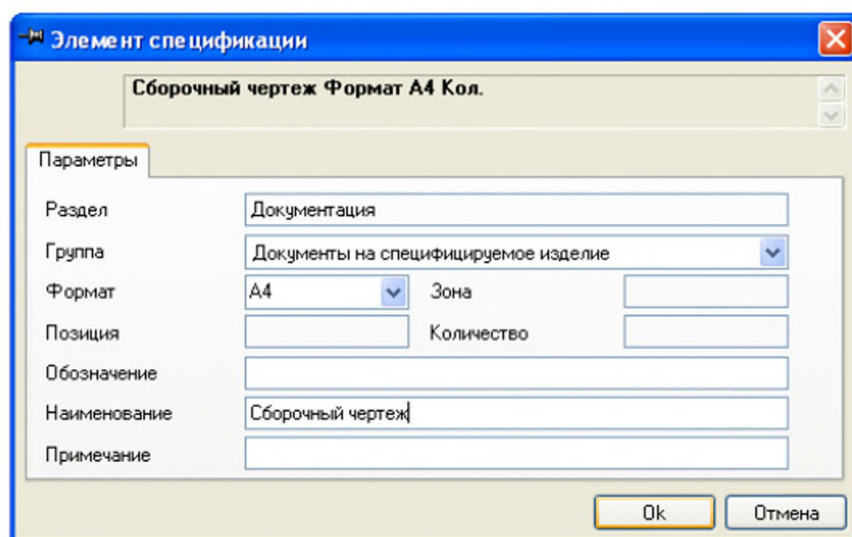


Рис. 7.7

8. Из остальных разделов спецификации для сварных изделий используется раздел «Детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие». Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке. Для внесения данных по документации нужно указать в дереве спецификации пункт **Раздел: Детали**. При помощи правой

кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый**. В появившемся диалоге **Элемент спецификации** (рис. 7.8) ввести в поле **Позиция** номер позиции, в поле **Обозначение** — обозначение и в поле **Наименование** — наименование детали и нажать кнопку **ОК**. Аналогично для остальных деталей.

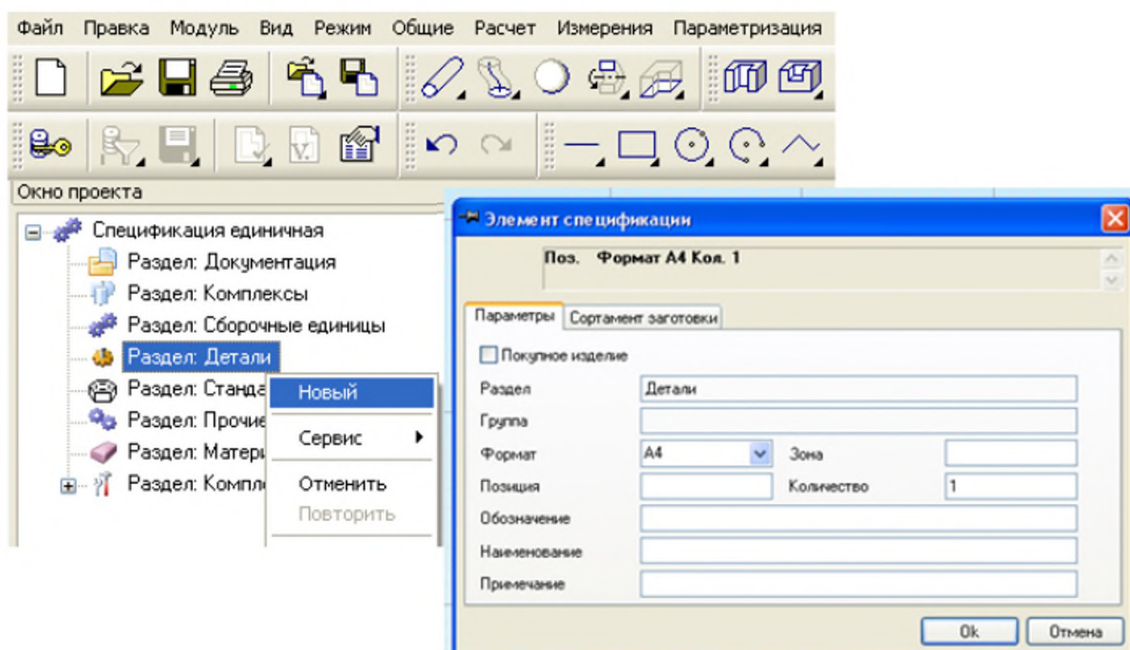


Рис. 7.8

9. По завершении заполнения спецификации выполняется формирование документации. В дереве в окне проекта нужно выделить **Спецификация единичная**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Формировать документацию** (рис. 7.9). После завершения формирования нажать кнопку **ОК**.

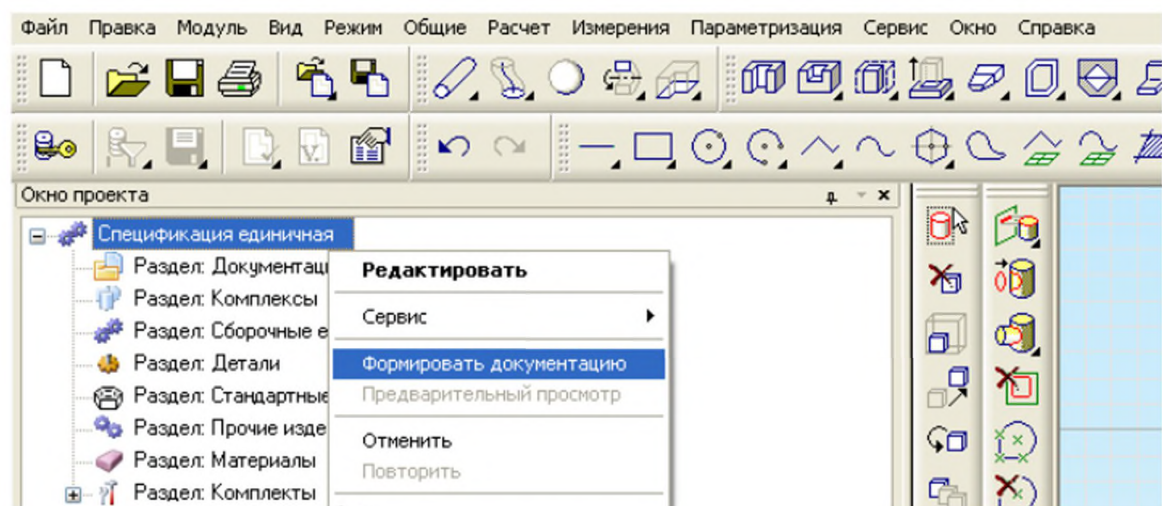


Рис. 7.9

Для просмотра спецификации нужно выделить в контекстном меню **Предварительный просмотр** (рис. 7.10).

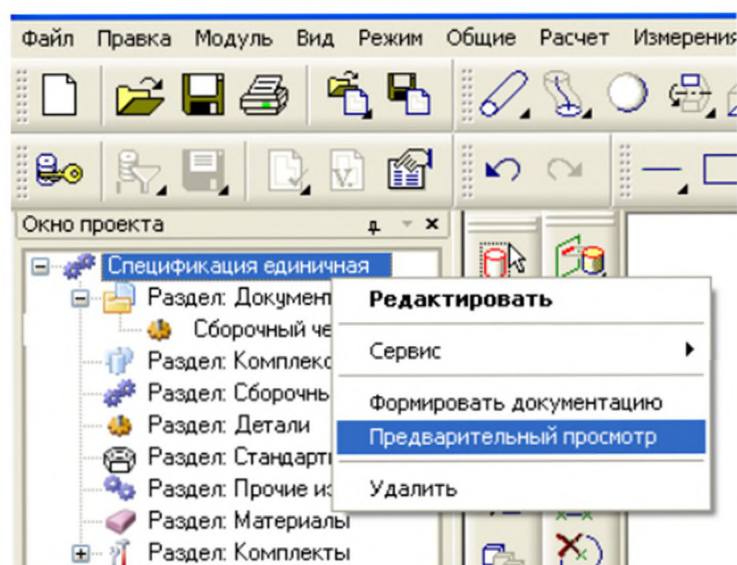


Рис. 7.10

На экране появится первый лист разработанной спецификации (рис. 7.11).

Форм. 1 ГОСТ 2.304-74

Формат	Лист	Раздел	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Форм. 1	1	А2		Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
Сред. Н			1 РЦ0.01.00.00.01	Вал ведомый	1	Сталь
			2 РЦ0.01.00.00.02	Ведущий	1	Сталь
			3 РЦ0.01.00.00.03	Бол-шестерня	45	
			4 РЦ0.01.00.00.04	Жезл	1	Сталь
				маслоуказательный	35	
			5 РЦ0.01.00.00.05	Колесо зубчатое	1	Сталь
					45	
			6 РЦ0.01.00.00.06	Кольцо	2	Сталь
				маслоудерживающее	Ст3	
			7 РЦ0.01.00.00.07	Кольцо	2	Сталь
Подп. и дата			8 РЦ0.01.00.00.08	Кольцо	1	Фетр
			9 РЦ0.01.00.00.09	уплотнительное	Ст3	
			10 РЦ0.01.00.00.10	Корпус	1	Ст4
					15-32	
<p>ОКГ Гр 1Туп КСР РЦ В ХХ</p> <p>Редуктор цилиндрический</p> <p>Контроль: _____</p>						

Форм. 1

Рис. 7.11

ПРАКТИКУМ ПО РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В МОДУЛЕ CAD ПРОГРАММЫ ADEM 9.0

Структура практикума разработана в виде учебных элементов в соответствии с рекомендациями Международного центра развития модульной системы обучения (проект Международной организации труда) для подготовки учебных пособий для профессионального образования [4].

Структура модульной программы практикума по разработке конструкторской документации

Предмет	Модульные блоки	Учебные элементы
Инженерная графика	МБ. Практикум по инженерной компьютерной графике	УЭ 1. Настройка параметров проектирования. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи. Самостоятельная работа № 1. УЭ 3. Точные перемещения. УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры. Самостоятельная работа № 2. УЭ 5. Получение чертежных видов и аксонометрических проекций с 3D-модели. Самостоятельная работа № 3. УЭ 6. Разработка чертежа детали тела вращения методом «компьютерного инжиниринга». Самостоятельная работа № 4. УЭ 7. Разработка чертежа корпусной детали методом «компьютерного инжиниринга». Самостоятельная работа № 5. УЭ 8. Разработка комплекта конструкторской документации для сборочной единицы «Масленка». УЭ 9. Разработка сборочного чертежа и спецификации изделия «Приспособление» с использованием стандартных изделий. Самостоятельная работа № 6

Учебные элементы по разработке конструкторской документации

УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

Модуль проектирования.

Вид проектирования.

Формат листа.

Масштаб построений.

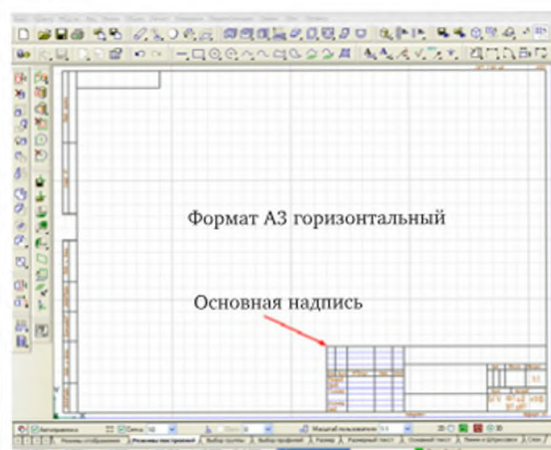
Точность измерений.

Шаг курсора.

Шаг сетки.

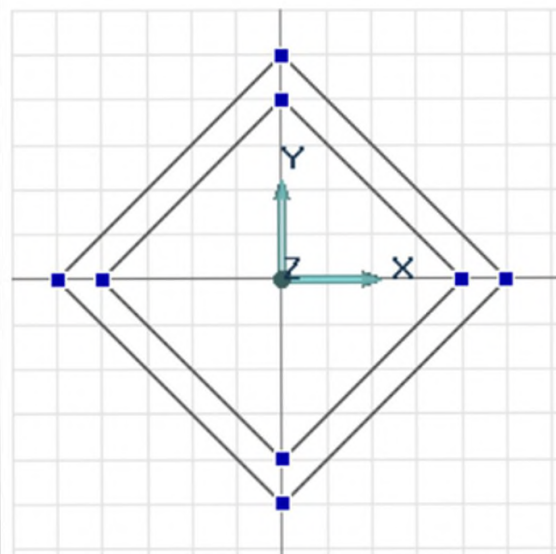
Тип курсора

УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи

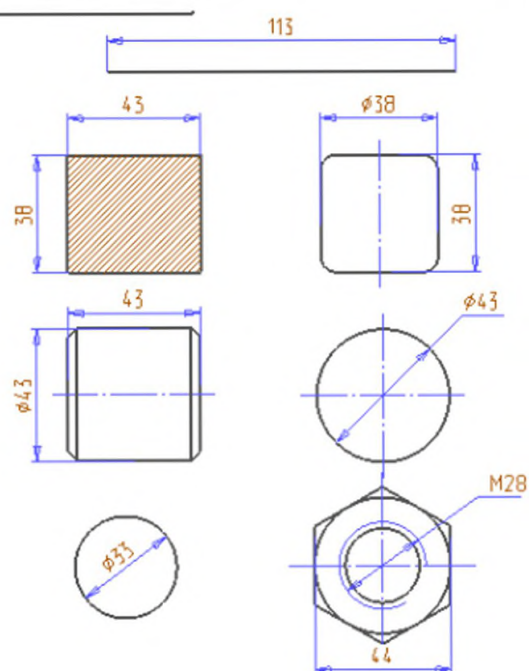


				XX.XXX.XX.XX.C6			
Имя	Фамилия	Пол	Дата	Потрудок		Доп.	Роско
Александр	Петров	М.П.	01.01.2000				1:1
Имя	Фамилия	Пол	Дата				1
Александр	Петров	М.П.	01.01.2000				1
				Служба АИЗ ГОБТ 1414-75		БГЧ ФПД КОФ. ТУМНО	
				Служба		Служба	

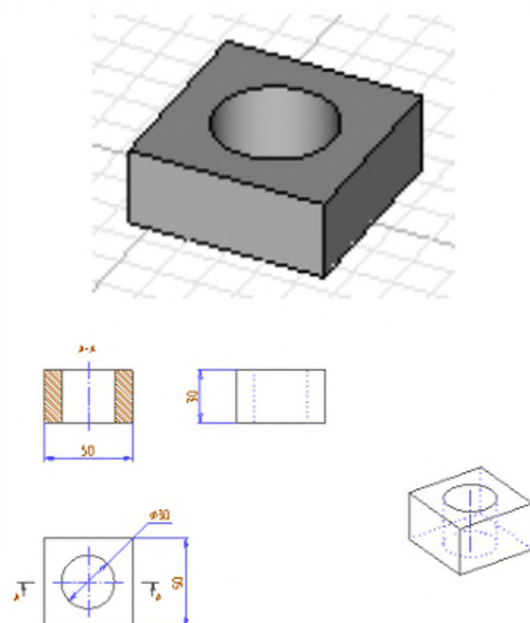
УЭ 3. Точные перемещения



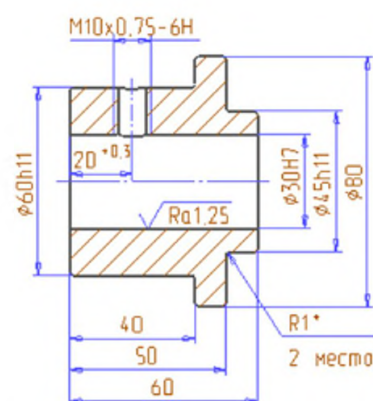
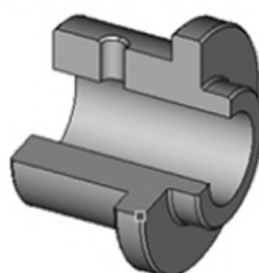
УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры



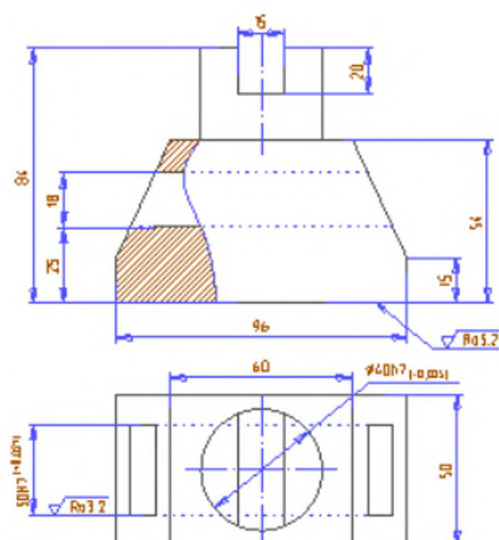
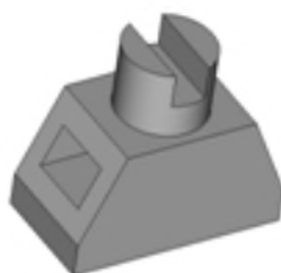
УЭ 5. Получение чертежных видов и аксонометрических проекций с 3D-модели



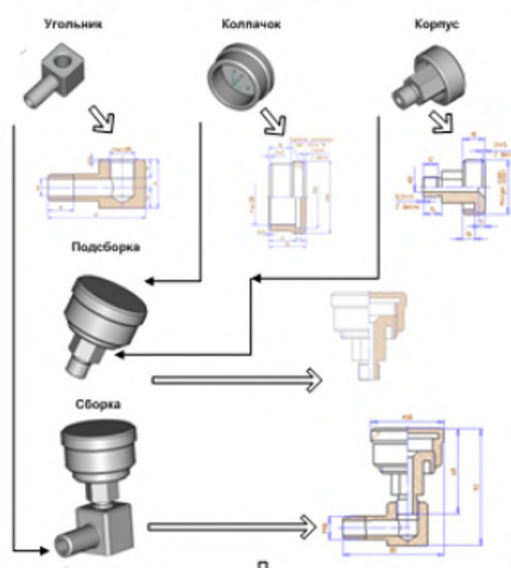
УЭ 6. Разработка чертежа детали тела вращения



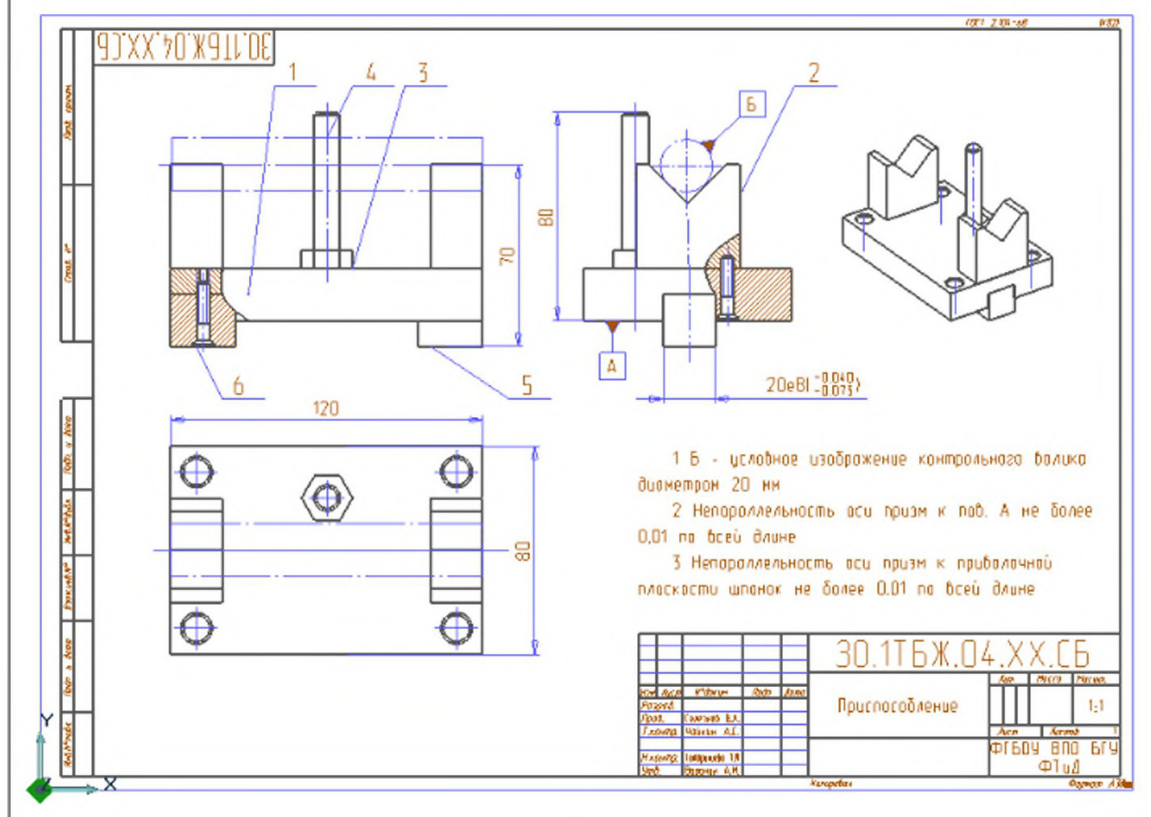
УЭ 7. Разработка чертежа корпусной детали



УЭ 8. Разработка сборочного чертежа



УЭ 9. Разработка сборочного чертежа и спецификации изделия «Приспособление» с использованием стандартных изделий



Учебный элемент УЭ 1

Предмет. Инженерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Настройка параметров проектирования.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы ознакомитесь с основными действиями по настройке параметров проектирования в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Запуск программы. Для открытия установленной программы нужно указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» запустить команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся списке

щелкнуть по команде **Все программы**. Для того чтобы запустить приложение, проследуйте в списке по адресам **Adem Group** (1) > **ADEM90** (2) > **ADEM** (3) (рис. УЭ1.1).

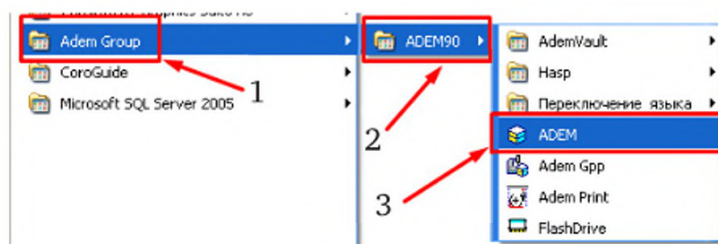


Рис. УЭ1.1

После запуска программы на экране появится заставка (рис. УЭ1.2).

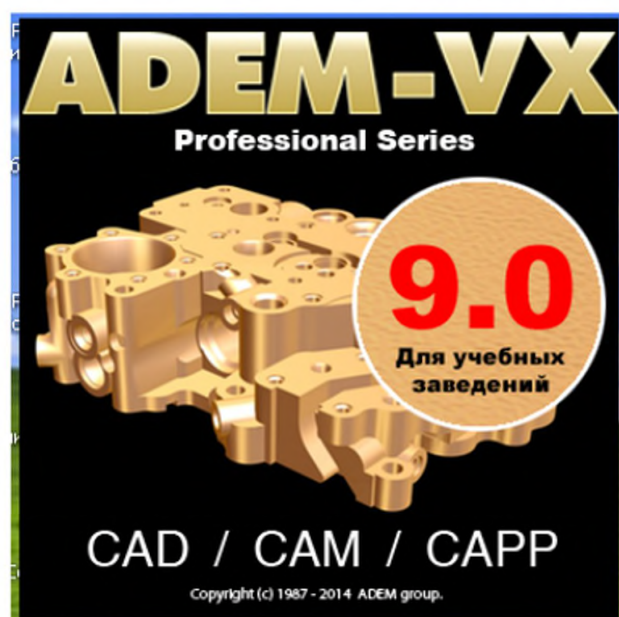


Рис. УЭ1.2

После этого открывается рабочее поле системы с экранным меню (рис. УЭ1.3). Для появления на рабочем поле опорной сетки нужно указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» открыть закладку **Режимы отображения** (1) в нижней части экрана, в поле **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» текст **Сетка** (2). На экране появится опорная сетка с шагом 10 мм, который в процессе проектирования можно изменять.

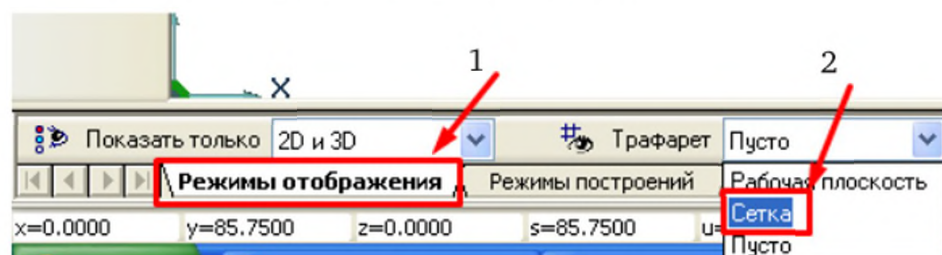


Рис. УЭ1.3

Выбор модуля проектирования. Так как при разработке чертежей изделий предстоит работать с конструкторской частью системы, то, указанием курсора и нажав и удерживая левую кнопку «мыши» на пункте меню **Модуль** в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню нужно указанием курсора выделить пункт **Adem CAD** (фон имени команды изменится на синий) и отпустить левую кнопку «мыши» (рис. УЭ1.4).

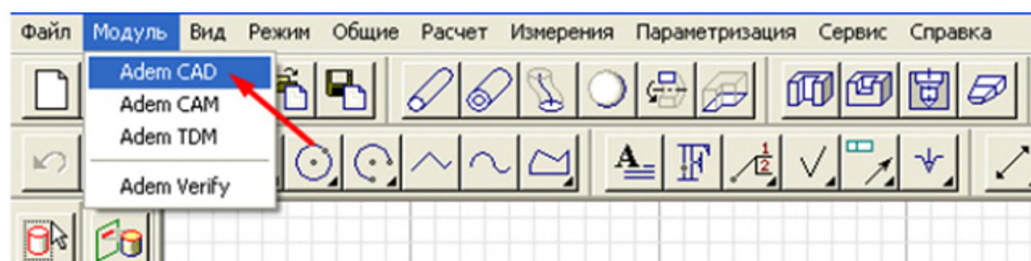


Рис. УЭ1.4

Выбор вида начала проектирования. Создание новой разработки начинается с команды **Файл — Создать**. Указанием курсора и нажав и удерживая левую кнопку «мыши» на пункте меню **Файл** в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню нужно указанием курсора выделить пункт **Создать** (фон соответствующей строки изменится на синий) и отпустить левую кнопку «мыши» (рис. УЭ1.5).

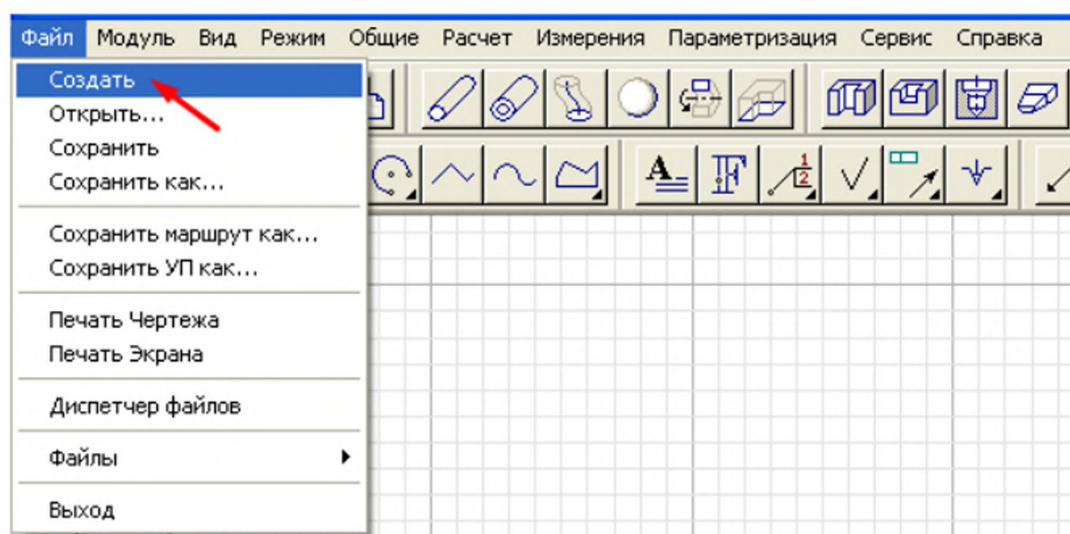


Рис. УЭ1.5

Выбор формата листа. Конструкторская документация для сборочных единиц и деталей, входящих в них, выполняется на листах соответствующего формата с основной надписью. Форматы листа зависят от размера проектируемых деталей или сборочных единиц и могут быть в соответствии с ГОСТом от А4 до А0. Форматы листов находятся в базе данных программы, и необходимо извлечь из нее нужный формат. Для установки нужного формата нужно подвести курсор к пункту меню **Режим** (1) (рис. УЭ1.6). Из выпадающего меню перемещением

курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно выделить пункт **Формат листа** (2).

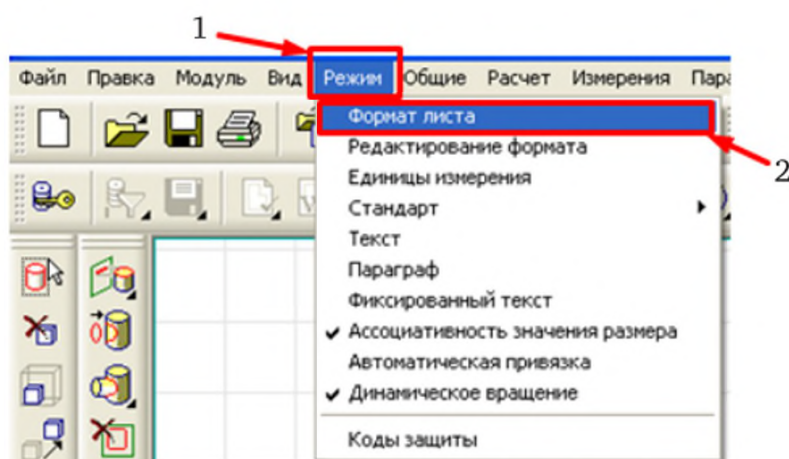


Рис. УЭ1.6

В открывшемся окне **Формат листа** указанием курсора на стрелку поля **Размер** и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть выпадающий перечень форматов (1) и указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» выделить требуемый формат (рис. УЭ1.7, на рисунке выделен формат А3 (2)). В блоке **Дополнительно** следует отметить нужный вид загрузки листа (3), определить нужное направление формата (на рис. УЭ1.7 выбран **Горизонтальный** (4)), зафиксировать выбранное нажатием кнопки **ОК** (5).

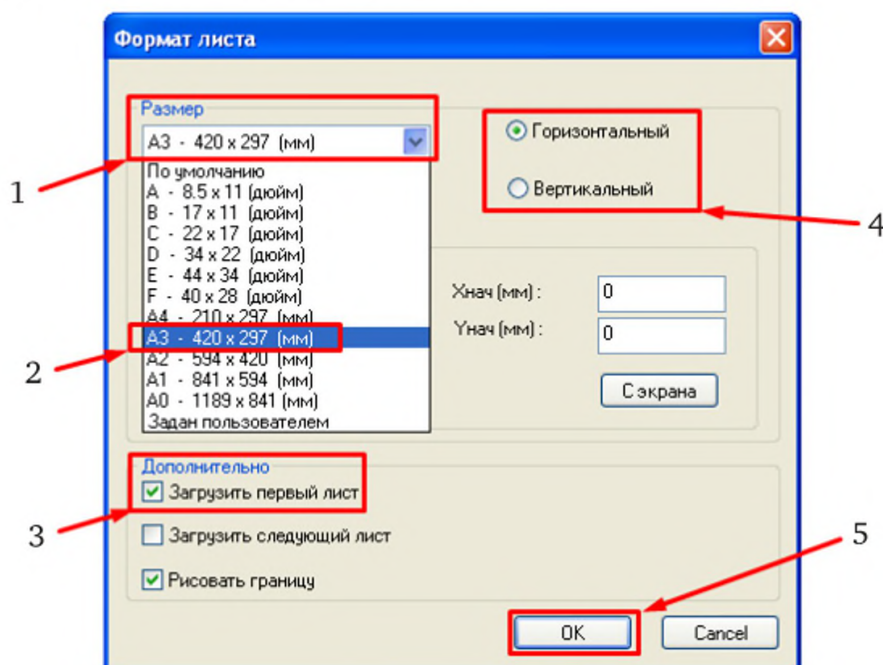


Рис. УЭ1.7

На экране появится изображение выбранного формата (на рис. УЭ1.8 показан горизонтально расположенный формат А3, окно проекта закрыто) по ГОСТ 2.301—68 с основной надписью.

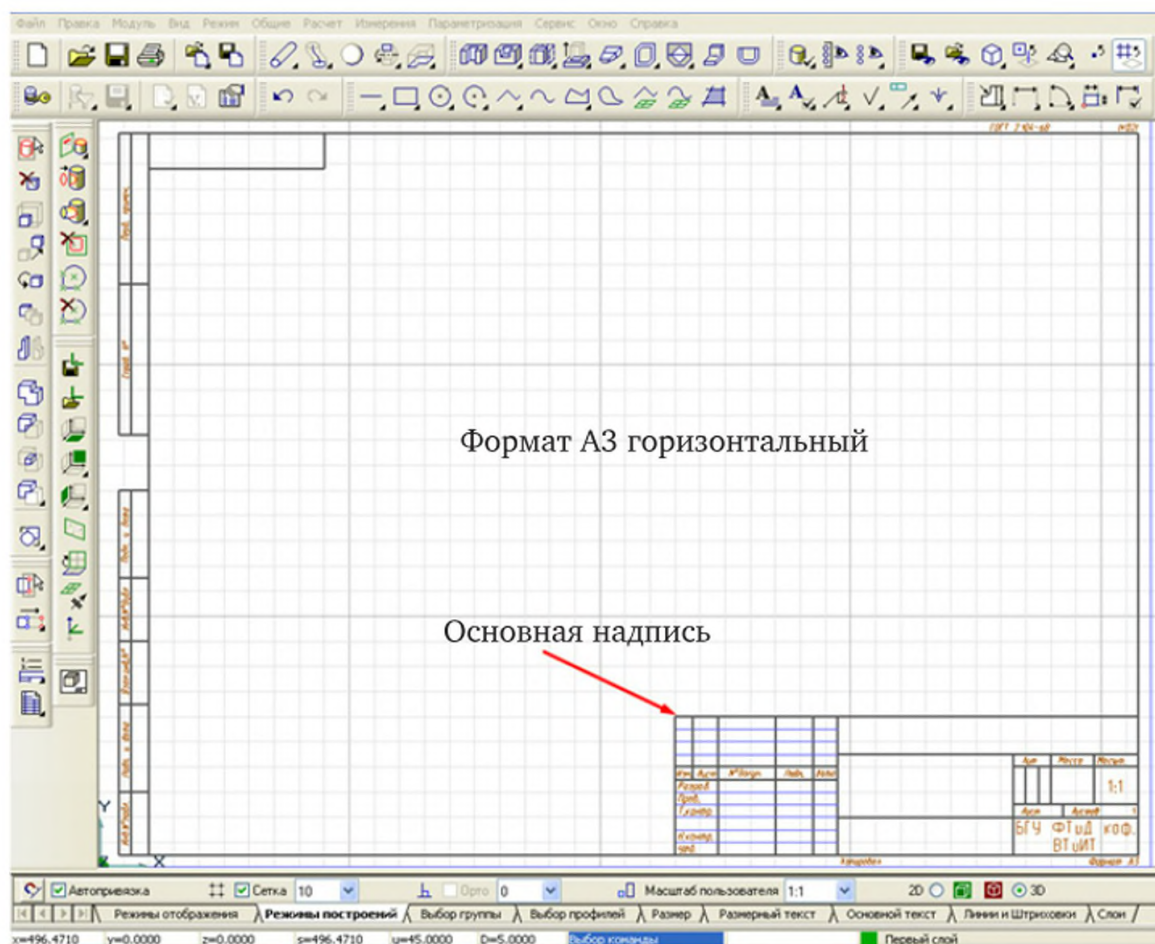


Рис. УЭ1.8

Установка стандарта проектирования. Подвести курсор к пункту системного меню **Режим** (1). Из выпадающего меню, перемещением курсора и нажатием левой кнопки «мыши», выделить строку **Стандарт** (2). В появившемся окне курсором, при нажатой левой кнопки «мыши», выделить **ЕСКД Машиностроение** (3), левую кнопку «мыши» отпустить (рис. УЭ1.9).

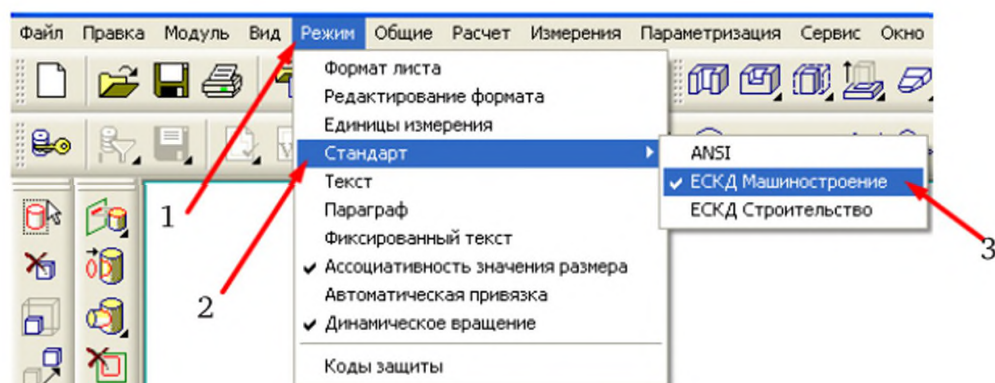


Рис. УЭ1.9

Масштаб построений. Это величина, на которую умножаются все вводимые с клавиатуры значения и с учетом которой вычисляются зна-

чения размеров. Этот параметр позволяет создавать элементы с большими линейными размерами и строить объекты в разных масштабах на одном чертеже. При создании размеров их значения вычисляются с учетом текущего значения пользовательского масштаба. По умолчанию значение пользовательского масштаба равно единице.

Для установки масштаба нужно открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» заставку **Режимы построений** (1) в нижней части экрана. Затем открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на стрелку **Масштаб пользователя** (2) раскрывающийся список величин масштабов, выделить нужный (рис. УЭ1.10).

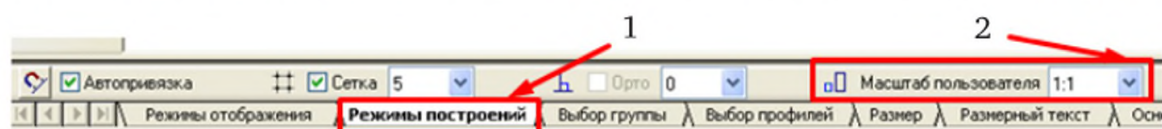


Рис. УЭ1.10

Параметры точности единиц измерения. Они определяют количество знаков после запятой в тексте линейных и угловых размеров и устанавливаются в окне **Единицы измерения**. Открывается оно через пункт меню **Режим** (1) выделением из выпадающего списка пункта **Единицы измерения** (2) (рис. УЭ1.11).

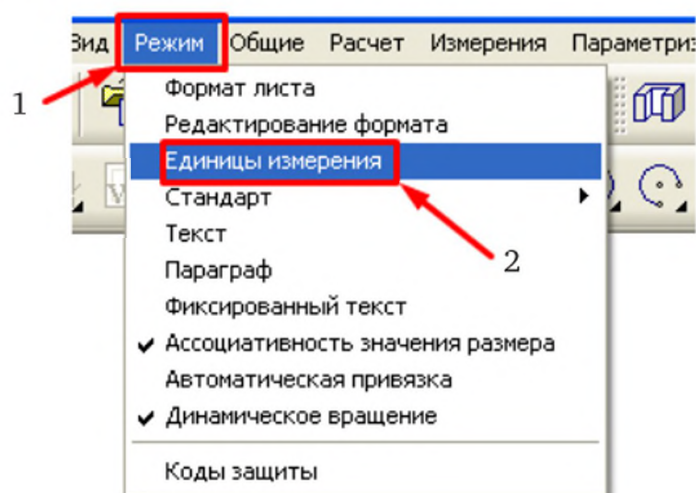


Рис. УЭ1.11

В открывшемся окне **Единицы измерения** (рис. УЭ1.12) следует установить единицы измерения линейных размеров (1), градусов (2), требуемую точность (3), зафиксировать выбранные значения кнопкой **ОК** (4).

Установка шага курсора. Перемещение курсора может осуществляться как при помощи «мыши», так и с клавиатуры. При помощи цифровой клавиатуры можно перемещать курсор с шагом заданной величины. Можно изменять величину шага движения курсора в любой момент. Значение шага движения курсора по умолчанию установлено 5 мм.

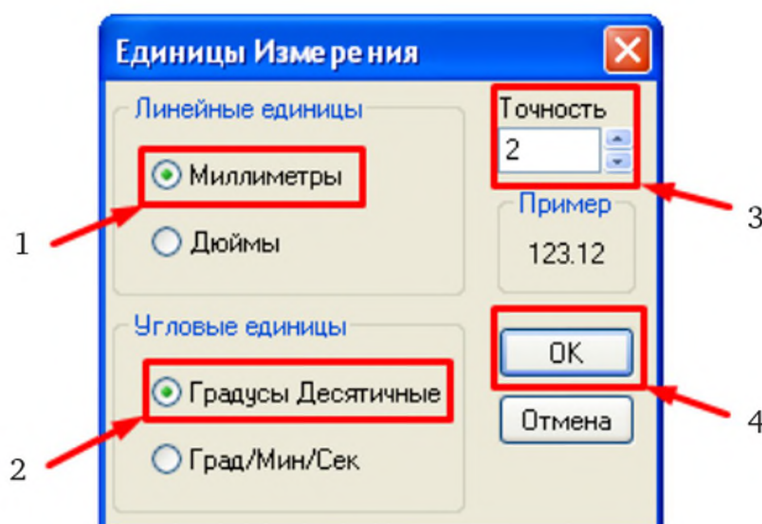


Рис. УЭ1.12

Чтобы задать шаг движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений (см. рис. 3.3 в разд. 3). В поле **Шаг** нужно ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **OK** или клавишу **Enter**.

Установка шага сетки. Данная установка производится нажатием на клавишу **G** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений (рис. УЭ1.13). В поле **Шаг** нужно ввести новое значение шага сетки (1) и нажать кнопку **OK** или клавишу **Enter**. Аналогичные значения можно получить, установив нужную величину в открывающемся списке строки **Сетка** (2). По умолчанию шаг сетки равен 10 мм.

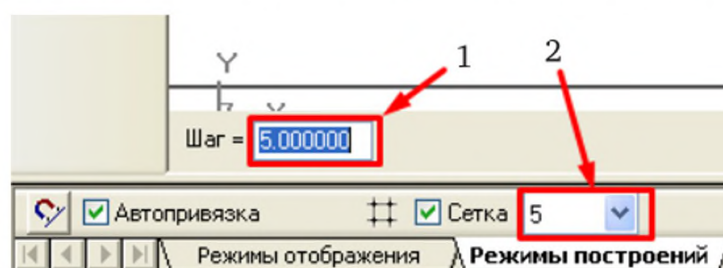


Рис. УЭ1.13

Установка типа курсора. Система поддерживает три различных вида курсора, для переключения вида курсора используются следующие комбинации клавиш:

Вид курсора	Описание	Комбинация клавиш
	Указатель «мыши», установленный в Windows	Shift + 1
	Большое перекрестие (проходит через всю графическую область)	Shift + 2
	«Кульман»	Shift + 0

Учебный элемент УЭ 2

Предмет. Инженерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Форматы, заполнение основной надписи.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы ознакомитесь с основными действиями по выбору формата разработки и порядком заполнения основной надписи в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

Задание.

1. Запустить программу ADEM и выполнить настройку параметров проектирования (см. УЭ 1).

2. Провести заполнение основной надписи.

Основная надпись. Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства** (рис. УЭ2.1), которое открывается указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке команды **Свойства документа** (1). В закладке **Общие** (2) заполняются сведения об изделии (3) и фамилии разработчика и проверяющих лиц (4), занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК** (5).

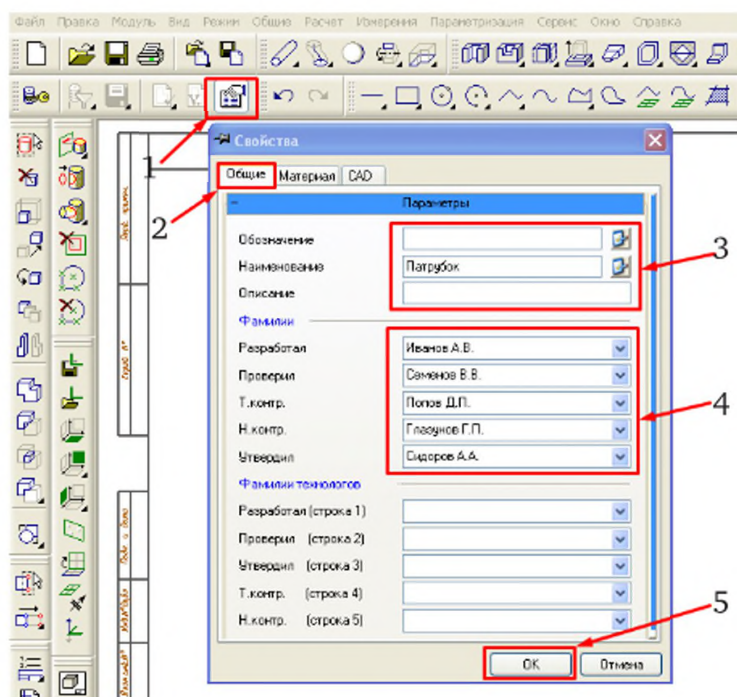


Рис. УЭ2.1

В поле **Обозначение** заносится условное обозначение разработки согласно классификатору, устанавливаемому стандартом учебного заведения (рис. УЭ2.2).

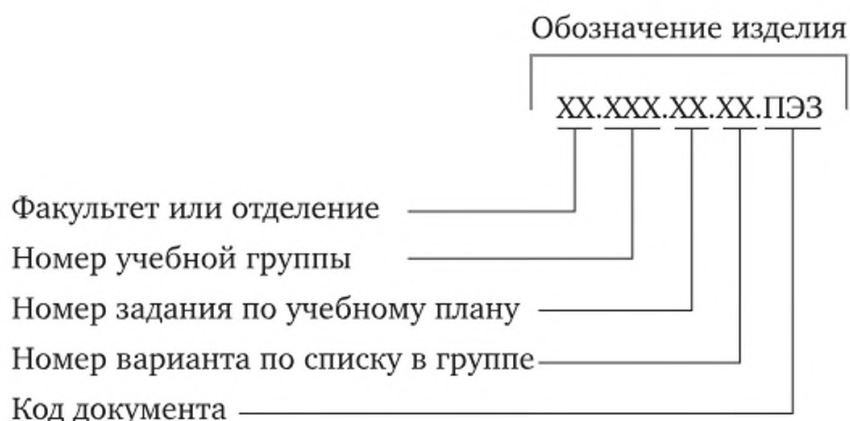


Рис. УЭ2.2

Условные обозначения в строке **Код документа**: СБ — сборочный чертеж, цифры 01, 02 и т. д. — номер детали сборочного чертежа или код вида детали согласно классификатору ЕСКД, Э — электрическая схема, ПЭ — перечень элементов электрической схемы и т. д.

Если выполняется чертеж детали, то в основную надпись заносятся сведения о материале и его сортаменте. Для этого указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Материал** (1), в открывшемся окне указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» на команде **Выбор материала** (2) открыть базу данных материалов (рис. УЭ2.3).

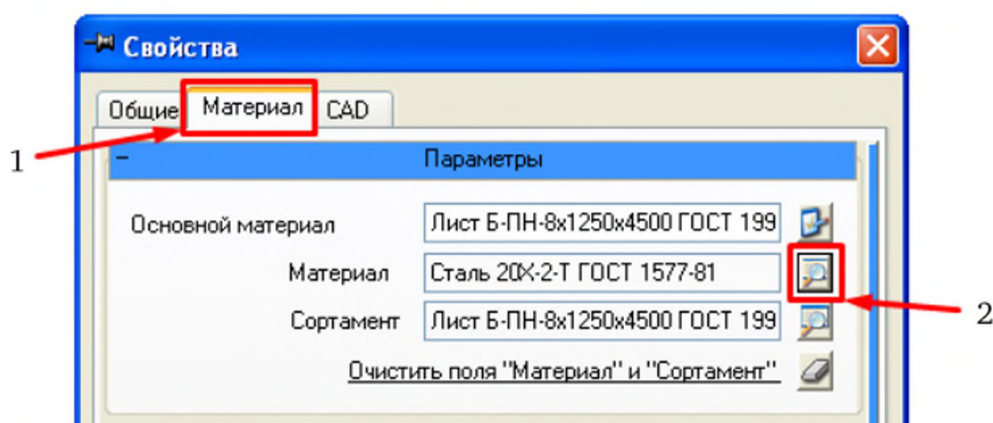


Рис. УЭ2.3

Далее нужно выбрать необходимый материал (на рис. УЭ2.4 показано открытие раздела **Металлы черные** и выбор материала из строки **Стали конструкционные...**) и его сортамент, эти сведения появятся в соответствующих полях окна и после нажатия кнопки **ОК** они автоматически будут занесены в соответствующее поле основной надписи.

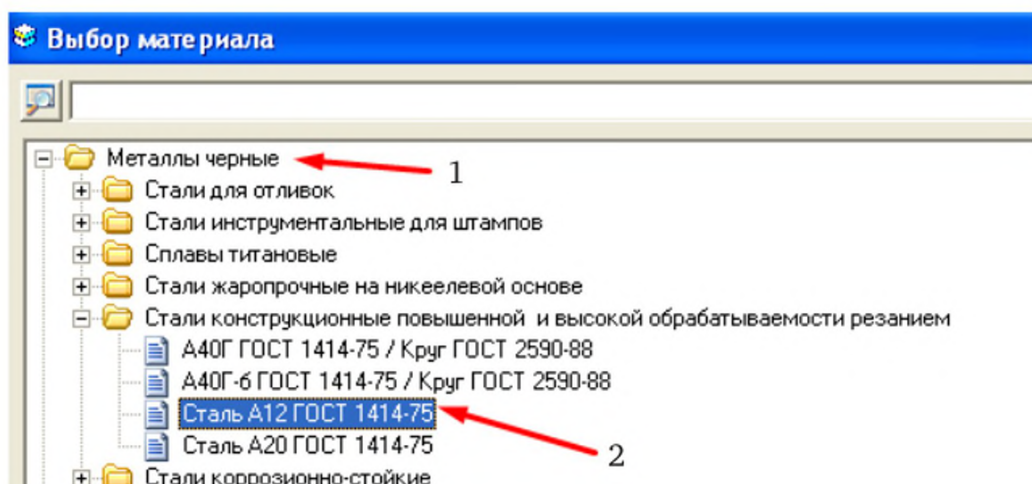


Рис. УЭ2.4

Сведения об организации заносятся в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации** (рис. УЭ2.5). Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке 1 нужно открыть окно, в котором с клавиатуры ввести данные об организации-разработчике в поле 2, нажать кнопку **ОК** (3).

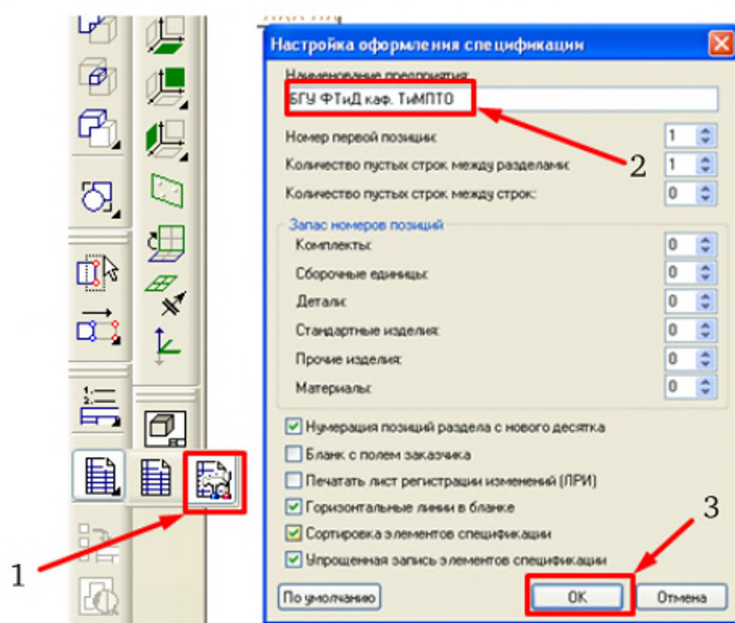


Рис. УЭ2.5

Заполненная основная надпись примет следующий вид (рис. УЭ2.6).

				XX.XXX.XX.XX.СБ			
Изм.	Лист	Исполн.	Подп.	Введ.	Потрубок	Лист	Масштаб
Разработ.	Иванов А.В.						1:1
Проект.	Семенин В.В.						
Г.контр.	Вилкин А.В.						
И.контр.	Гаврилов Г.И.				Сталь А12 ГОСТ 1414-75	Лист	Листов
Упр.	Сидоров А.А.					БГУ ФТИД каф.	1
						ТИМНТО	

Катодная защита

Рис. УЭ2.6

Сохранение разработки. Для сохранения выполненной разработки под новым именем нужно подвести курсор к пункту меню **Файл** (1) (рис. УЭ2.7), нажать левую кнопку «мыши» и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2).

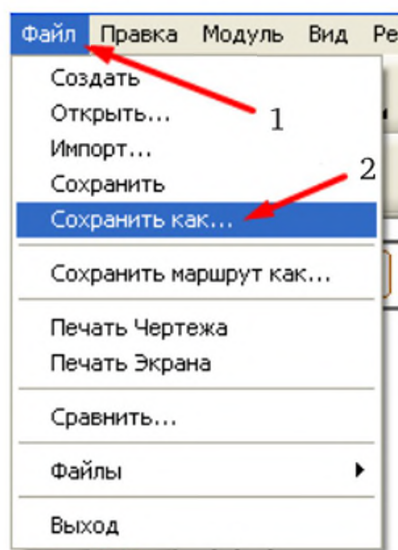


Рис. УЭ2.7

Откроется окно **Сохранить как** (рис. УЭ2.8), в нем нужно создать новую или открыть нужную папку (1), ввести имя файла в поле **Имя файла** (2) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (3). Выполненная разработка будет сохранена в указанной папке.

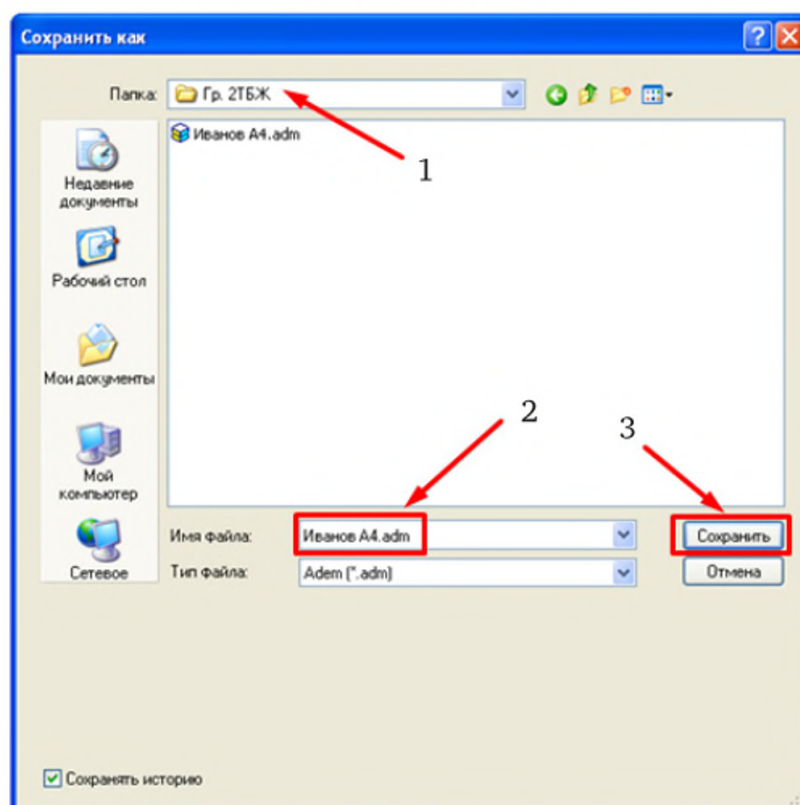


Рис. УЭ2.8

Самостоятельная работа № 1

Задание. Выполнить оформление листа формата А4. Внести сведения о своем учебном заведении, свои ФИО и сведения о проверяющих. Формат сохранить в своей именной папке с именем файла, например, Иванов А4.

Учебный элемент УЭ 3

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Точные перемещения.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы ознакомитесь с основными видами точных перемещений при выполнении построений в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).
2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.
3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.

Запустить программу ADEM и выполнить настройку параметров проектирования (см. УЭ 1).

Открытие модуля ADEM CAD. Задание выполняется в конструкторском модуле, при запуске системы по умолчанию открывается именно он. В других случаях модуль **ADEM CAD** (2) открывается через пункт меню **Модуль** (1) (рис. УЭ3.1).

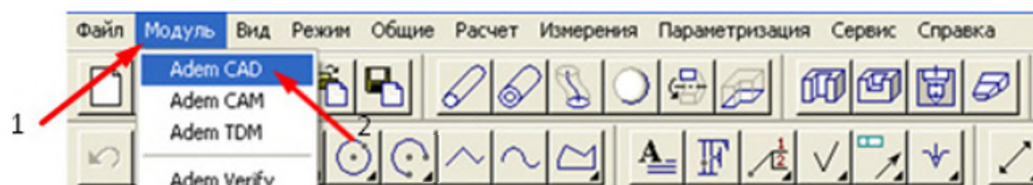


Рис. УЭ3.1

Создание новой разработки. Проектирование начинается с выбора пунктов меню **Файл** — **Создать** (см. УЭ 1, рис. УЭ1.5).

Выбор формата листа. В соответствии с заданием проектирование выполняется на формате А4 (210 × 297 мм). Формат выбирается через пункт меню **Режим** (1) и подпункт **Формат листа** (2) (рис. УЭ3.2). Для

построения объемной модели устанавливается обрисовка границ формата (5).

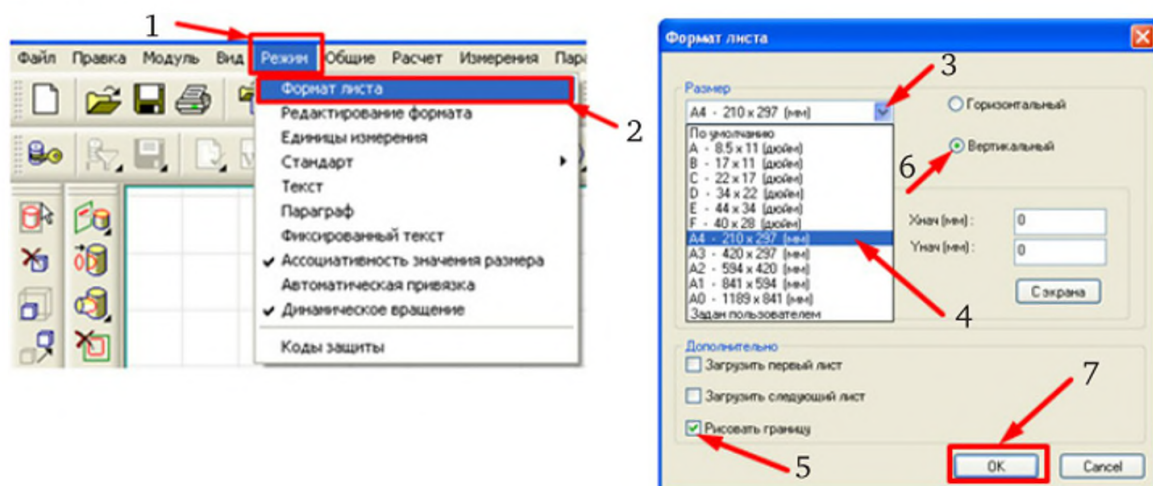


Рис. УЭ3.2

Единицы измерения. При открытии системы, по умолчанию, **Линейные единицы** — миллиметры, **Точность** — 2, **Угловые единицы** — градусы десятичные. Эти параметры соответствуют требованиям для выполнения задания.


Стандарт проектирования. При открытии системы, по умолчанию, используется стандарт **ЕСКД Машиностроение**. Этот стандарт соответствует требованиям для выполнения задания.

Масштаб построений. При открытии системы, по умолчанию, масштаб построений равен 1 : 1, что соответствует требованиям для выполнения задания.

Шаг курсора. При открытии системы, по умолчанию, шаг курсора соответствует 5 мм. Следует оставить это значение для построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага курсора выполняется нажатием клавиши **D** и вводом нового значения.

Шаг сетки. При открытии системы, по умолчанию, шаг опорной сетки соответствует 5 мм. Следует оставить это значение для дальнейших построений.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана, в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» текст **Сетка** (2) (см. УЭ 1, рис. УЭ1.3). На экране появится опорная сетка с шагом 5 мм, который в процессе проектирования можно изменять.

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка**, для этого нужно указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» открыть группу команд **Режимы построений** (1), нажать кнопку **Автопривязка**  (2), и на экране появится окно **Автоматиче-**

ская привязка (рис. УЭ3.3). Далее нужно выделить необходимые для проектирования характерные узлы и зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК**. Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка** (4).

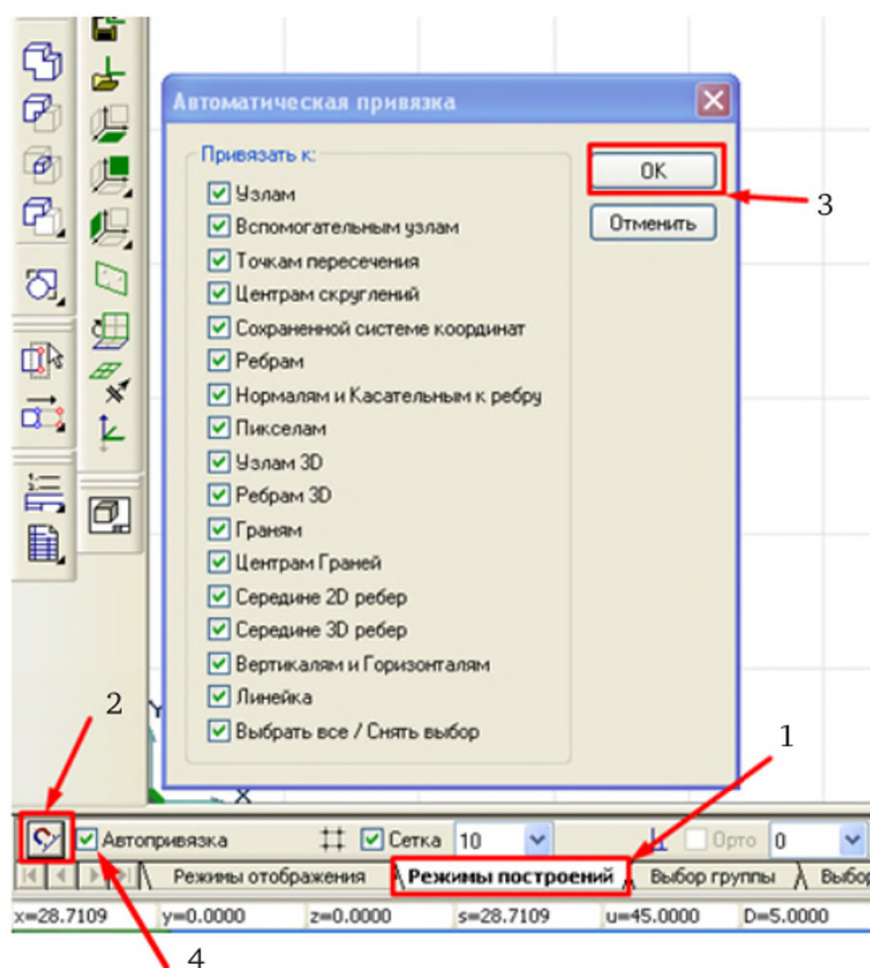


Рис. УЭ3.3

Заполнение основной надписи (см. УЭ 2). Выполняется в окне **Свойства** (рис. УЭ3.4), которое открывается указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке команды **Свойства документа** (1). В закладке **Общие** (2) заполняются сведения об изделии (3) и фамилии разработчика и проверяющих лиц (4), занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК** (5).

Заполненная основная надпись примет следующий вид (рис. УЭ3.5).

Перенос начала координат (точки отсчета). Для начала осуществления точных перемещений в относительной системе координат следует установить курсор в нужное место на поле чертежа и нажать клавишу **О** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат **X** и **Y**. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат следует нажать клавишу **Home** на клавиатуре, изображение на экране примет вид, показанный на рис. 3.6 (см. разд. 3).

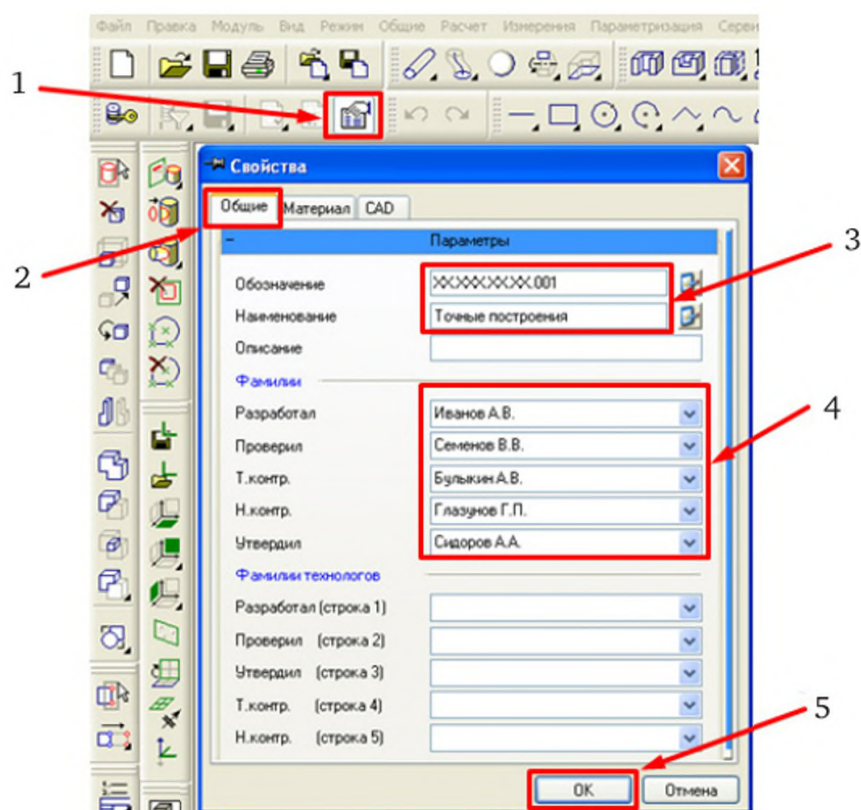


Рис. УЭ3.4



Рис. УЭ3.5

Точные перемещения курсора заданием координат с клавиатуры. Чтобы задать фиксированное перемещение курсора в горизонтальной плоскости относительно начала координат, следует нажать клавишу **X** на клавиатуре и в открывшемся поле в левой нижней части экрана **X абс.** с клавиатуры ввести нужную численную величину горизонтального точного перемещения курсора (см. рис. 3.7 в разд. 3).

Если нажать кнопку **OK** в правой нижней части экрана или клавишу **Enter** на клавиатуре, курсор переместится в горизонтальном направлении на введенную величину

Задание УЭ3.1. Выполнить построение правильного четырехугольника со сторонами 50 мм заданием перемещения курсора на заданную величину по осям **X** и **Y** (рис. УЭ3.6).

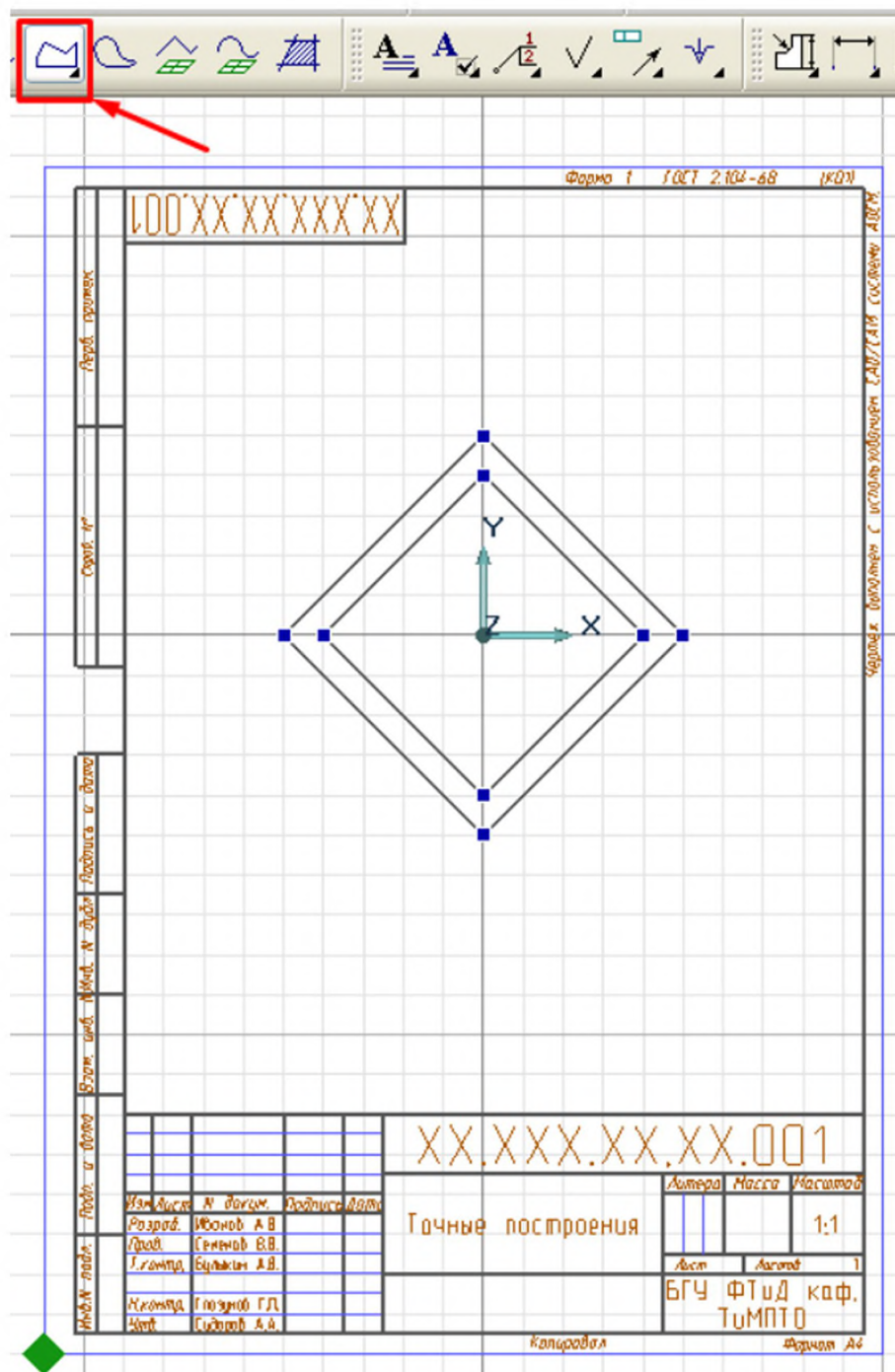


Рис. УЭ3.6

Выполнение задания УЭ3.1. Переместить курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в горизонтальном направлении на 50 мм вправо (координата +X) нажатием клавиши **X**, вводом значения **50** и нажатием **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N** (вспомогательная точка, зеленый цвет, на распечатке не отражается).


Вернуть курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в горизонтальном направлении на 50 мм влево от начала координат (координата -X) нажатием клавиши **X**, вводом значения **-50** и нажатием **Enter** (знак «минус» вводится нажатием

клавиши «Дефис»). Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N**.

Вернуть курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в вертикальном направлении на 50 мм вверх от начала координат (координата $+Y$) нажатием клавиши **Y**, вводом значения **50** и нажатием **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N**.

Вернуть курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в вертикальном направлении на 50 мм вниз от начала координат (координата $-Y$) нажатием клавиши **Y**, вводом значения **-50** и нажатием **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N**.

Точные перемещения курсора позиционированием с клавиатуры с заданным шагом по осям координат X и Y . Эти действия осуществля-

ются нажатием соответствующих клавиш на клавиатуре . Чтобы задать шаг движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений (см. рис. 3.3 в разд. 3). В поле **Шаг** нужно ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **OK** или клавишу **Enter**.

Перемещать курсор с установленным ранее шагом можно, используя цифровую клавиатуру. Клавиши **2**, **4**, **6**, **8** с заданным шагом перемещают курсор вдоль осей X и Y текущей системы координат, а **1**, **3**, **7**, **9** — вдоль альтернативных направлений движения курсора (см. рис. 3.4 в разд. 3).

Задание УЭ3.2. Выполнить построение правильного четырехугольника со сторонами 40 мм пошаговым перемещением курсора по осям X и Y (см. рис. УЭ3.6)

Выполнение задания УЭ3.2. Установить шаг перемещения курсора 5 мм нажатием клавиши **D**, вводом значения **5** и нажатием **Enter**, переместить курсор в установленное ранее начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в горизонтальном направлении на 40 мм вправо (координата $+X$) нажатием клавиши управления курсором вправо 8 раз, нажать **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N** (вспомогательная точка, зеленый цвет, на распечатке не отражается).

Вернуть курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в горизонтальном направлении на 40 мм влево от начала координат (координата $-X$) нажатием клавиши управления курсором влево 8 раз, нажать **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N**.

Вернуть курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в вертикальном направлении на 40 мм вверх от начала координат (координата $+Y$) нажатием клавиши управления курсором вверх 8 раз, нажать **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N**.

Вернуть курсор в начало координат нажатием клавиши **Home**. Переместить курсор в вертикальном направлении на 40 мм вниз от начала координат (координата $-Y$) нажатием клавиши управления курсором вниз 8 раз, нажать **Enter**. Отметить расположение курсора нажатием клавиши **N**.

Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» включить команду **Замкнутый контур** и соединить отмеченные точки контурами, как показано на рис. УЭ3.6.

Сохранить выполненную разработку в именной папке в файле под именем **Иванов УЭ 3**.

Учебный элемент УЭ 4

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Оформление чертежа — штриховка, размеры.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы ознакомитесь с порядком построения геометрических примитивов по заданным размерам, простановкой размеров и созданием штриховки при выполнении построений в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.

4. УЭ 3. Точные перемещения.

Задание. Выполнить построения по размерам показанных на рис. УЭ4.1 фигур. Произвести штриховку и проставить размеры. Дополнительные данные: формат листа A4 (первый лист), линейные единицы измерения — миллиметры, точность — 2, стандарт — ЕСКД, фаски 3×45 , радиус скругления — 5 мм.

Шаг 1. Установка параметров проектирования (см. УЭ 1).

Открытие модуля ADEM CAD. Задание выполняется в конструкторском модуле, при запуске системы по умолчанию открывается именно он. В других случаях модуль ADEM CAD открывается через пункт меню **Модуль** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.1).

Создание новой разработки. Проектирование начинается с выбора пунктов меню **Файл — Создать** (см. УЭ 1, рис. УЭ1.5).

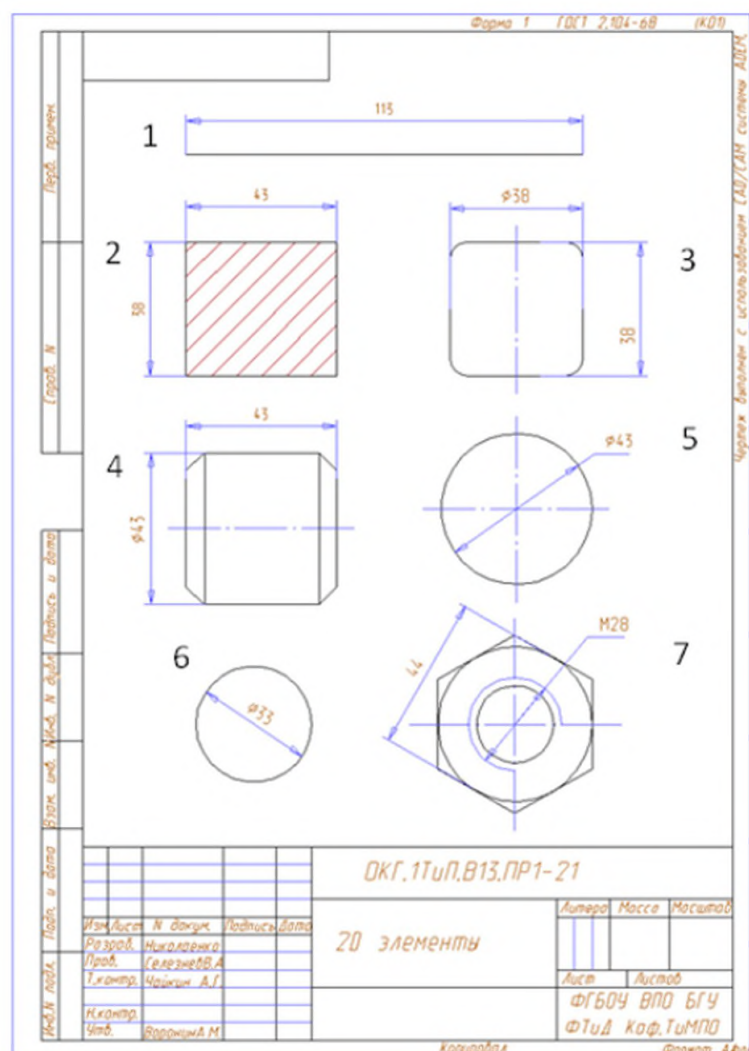


Рис. УЭ4.1

Выбор формата листа. В соответствии с заданием проектирование выполняется на формате А4 (210 × 297 мм). Формат выбирается через пункт меню **Режим** (1) и подпункт **Формат листа** (2) (рис. УЭ4.2). Для построения изображений загружается первый лист с основной надписью (5).

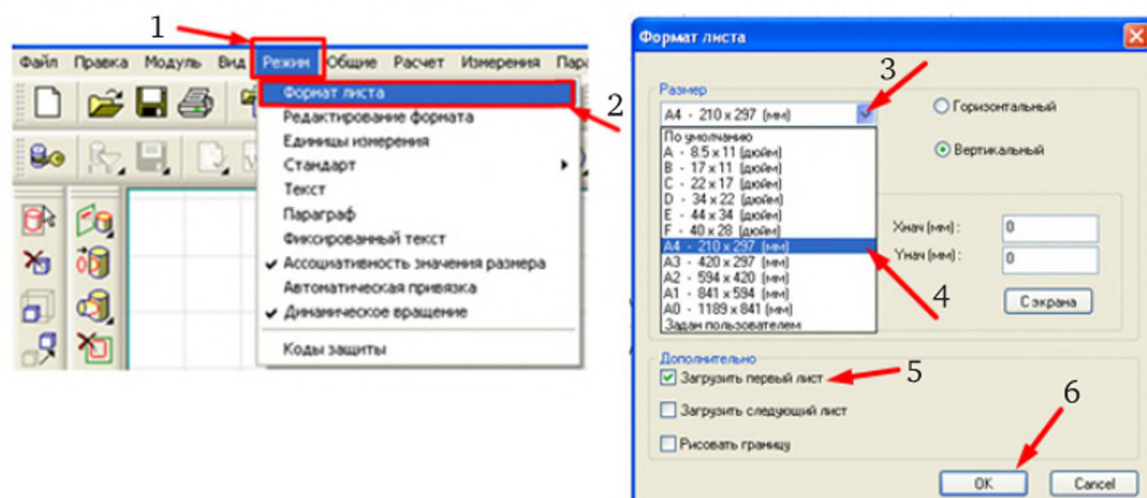


Рис. УЭ4.2

Единицы измерения. При открытии системы, по умолчанию, **Линейные единицы** — миллиметры, **Точность** — 2, **Угловые единицы** — градусы десятичные. Эти параметры соответствуют требованиям для выполнения задания.

Стандарт проектирования. При открытии системы, по умолчанию, используется стандарт **ЕСКД Машиностроение**. Этот стандарт соответствует требованиям для выполнения задания.

Масштаб построений. При открытии системы, по умолчанию, масштаб построений равен 1 : 1, что соответствует требованиям для выполнения задания.

Шаг курсора. При открытии системы, по умолчанию, шаг курсора соответствует 5 мм. Оставляем это значение для построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага курсора выполняется нажатием клавиши **D** и вводом нового значения.

Шаг сетки. При открытии системы, по умолчанию, шаг опорной сетки соответствует 10 мм. Оставляем это значение для дальнейших построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага опорной сетки выполняется нажатием клавиши **G** и вводом нового значения.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана, в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши текст **Сетка** (см. рис. УЭ1.3).

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.3). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка**.

Основные параметры проектирования установлены, можно приступать непосредственно к выполнению задания.

Шаг 2. Построение отрезка.

1. Установить курсор в место начала отрезка (фиг. 1 на рис. УЭ4.1) на поле чертежа и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат **X** и **Y**. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре, изображение на экране примет вид, показанный на рис. УЭ4.1.

2. Чтобы задать фиксированное перемещение курсора в горизонтальной плоскости относительно начала координат, нужно нажать клавишу **X** на клавиатуре и в открывшемся поле в левой нижней части экрана **X абс.** с клавиатуры ввести численную величину горизонтального отрезка 113 мм (рис. УЭ4.3).

3. Нажать кнопку **OK** в правой нижней части экрана или клавишу **Enter** на клавиатуре, курсор переместится в горизонтальном направлении на введенную величину (из точки 3 в точку 4, рис. УЭ4.4). Чтобы

зафиксировать выбранное положение курсора, нужно нажать клавишу N, и в этом месте появится точка синего цвета вспомогательного узла.

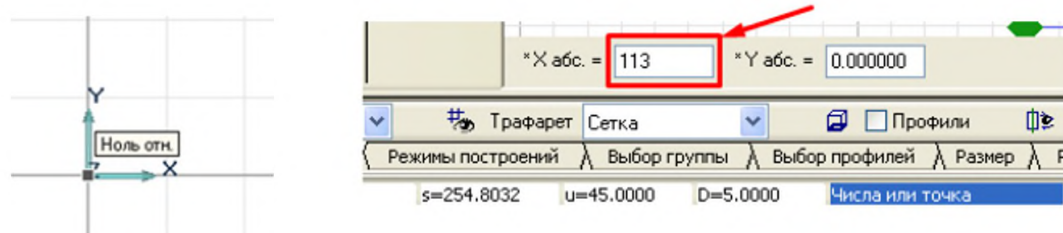


Рис. УЭ4.3

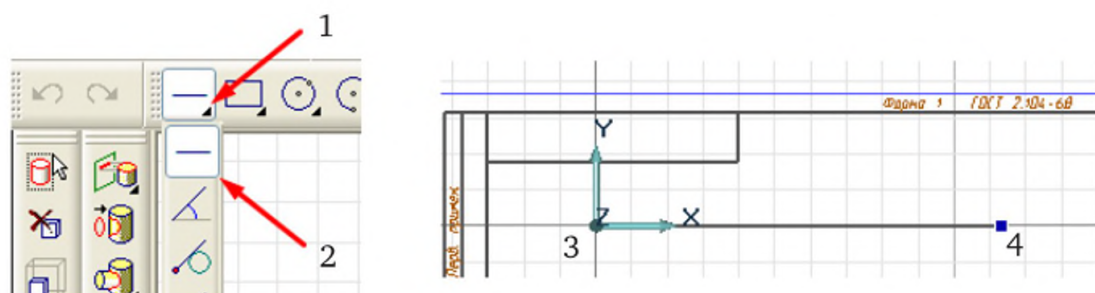





Рис. УЭ4.4

4. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу кнопки **Отрезок**  на панели инструментов **2D Объекты** (1).

5. Нажать левую кнопку «мыши» и, удерживая ее, из открывающейся панели инструментов выбрать команду **Отрезок**  (2). Отпустив левую кнопки «мыши», включить эту команду.

6. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» начальную (3) и конечную (4) точки отрезка. На рабочем поле появится изображение отрезка черного цвета (тип линии — **Основная**).

7. Для простановки размера отрезка включить команду **Авторазамер**  (1) и указать курсором на отрезок, он изменит цвет на малиновый. Нажать среднюю кнопку «мыши». Появившуюся размерную стрелку переместить вверх на нужное расстояние и нажать левую кнопку «мыши». В появившемся окне **Редактирование размера** (рис. УЭ4.5) в поле **Размер** (2) должен стоять размер 113 мм. Для фиксации размера нужно нажать кнопку **Автопозиционирование** (3), на экране появится размерная стрелка (4) с численным значением размера отрезка (рис. УЭ4.6).

Шаг 3. Построение прямоугольника без осей симметрии со штриховкой (фиг. 2 на рис. УЭ4.1).

1. Установить курсор в место расположения прямоугольника (фиг. 2) на поле чертежа и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в это место переместится изображение стрелок осей координат X и Y. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре.

2. Прямоугольник (фиг. 2) имеет следующие координаты: X — 43, Y — 38. Следует нажать клавишу **X** на клавиатуре и в открывшемся поле

в левой нижней части экрана **X абс.** с клавиатуры ввести численную величину горизонтальной стороны прямоугольника — 43 мм. Нажать кнопку **OK** в правой нижней части экрана или клавишу **Enter** на клавиатуре, курсор переместится в горизонтальном направлении на введенную величину (из точки 0 в точку 1, рис. УЭ4.7).

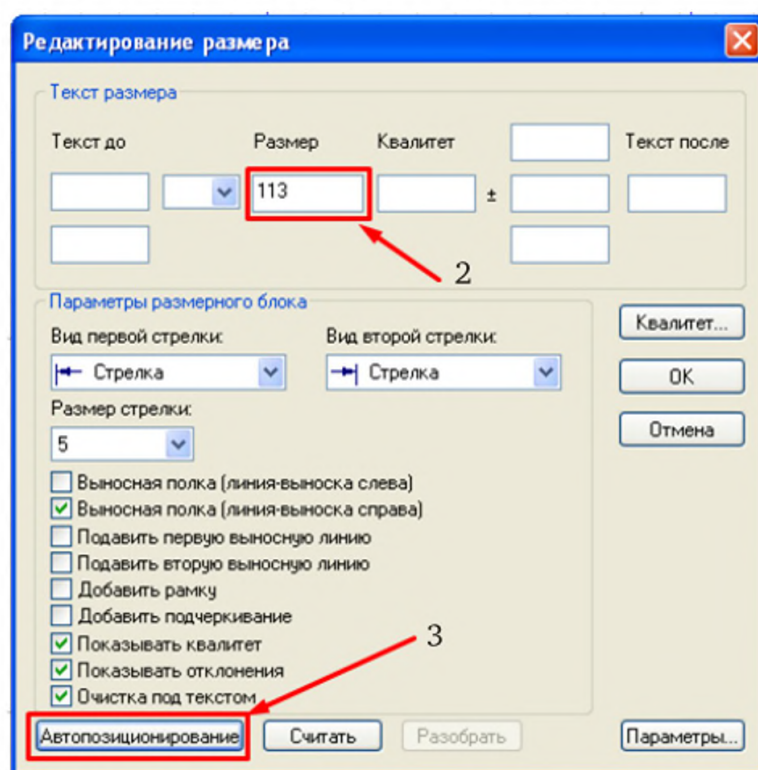


Рис. УЭ4.5

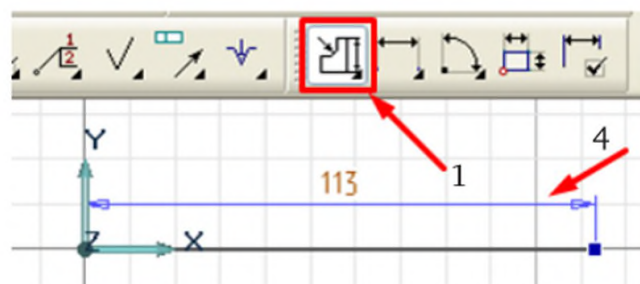


Рис. УЭ4.6

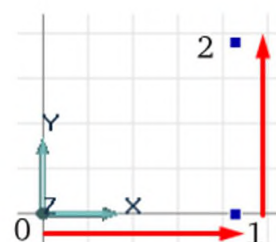
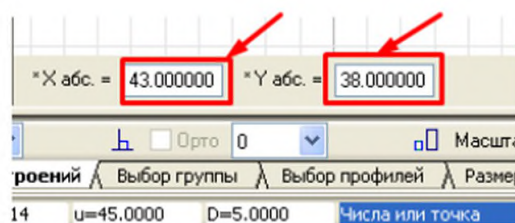



Рис. УЭ4.7

3. Нажать клавишу **Y** на клавиатуре и в открывшемся поле в левой нижней части экрана **Y абс.** с клавиатуры ввести численную вели-

чину вертикальной стороны прямоугольника — 38 мм. Нажать кнопку **ОК** в правой нижней части экрана или клавишу **Enter** на клавиатуре, курсор переместится в вертикальном направлении на введенную величину (из точки 1 в точку 2, см. рис. УЭ4.7). Чтобы зафиксировать выбранное положение курсора, нужно нажать клавишу **N**, и в этом месте появится точка зеленого цвета вспомогательного узла.

4. Для построения прямоугольника нужно подвести курсор к кнопке **Прямоугольник**  и щелчком левой кнопки «мыши» запустить команду его построения. Для определения места построения нужно указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» два противоположных угла (0 и 2) прямоугольника. На рабочем поле появится изображение прямоугольника со сторонами в соответствии с заданием (рис. УЭ4.8).

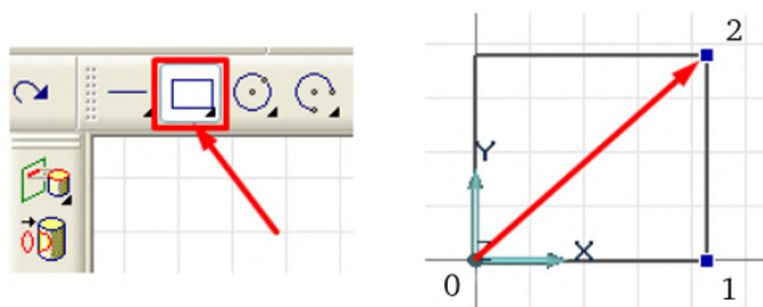


Рис. УЭ4.8

5. Для выполнения штриховки области необходимо указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» открыть закладку **Линии и штриховки** (1). Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» следует выбрать нужный тип штриховки (2) (рис. УЭ4.9).

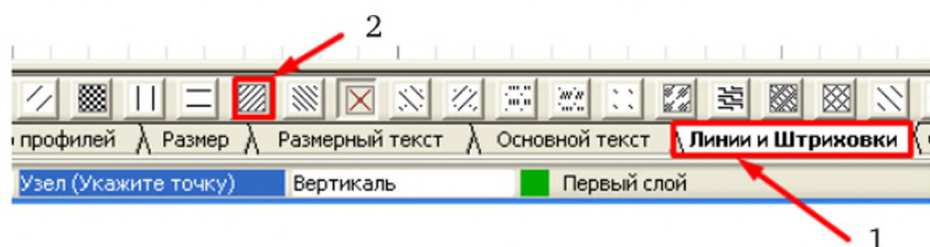



Рис. УЭ4.9

6. Нажать и удерживать кнопку **Штриховка области** (рис. УЭ4.10, а). В появившемся дополнительном меню для штриховки области, ограниченной основными линиями, необходимо выбрать пункт **Основные** (для штриховки области, ограниченной различными типами линий, необходимо выбрать пункт **Все типы**).

7. Указать курсором точку внутри штрихуемой области и щелкнуть левой кнопкой «мыши». Изображение прямоугольника примет вид как показано на рис. УЭ4.10, б.

8. После выполнения штриховки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Пустой тип штриховки**  следует отключить дальнейшую штриховку вновь создаваемых областей.

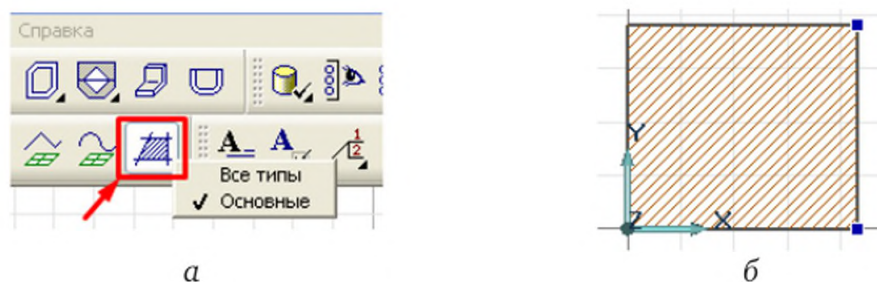



Рис. УЭ4.10

9. Для простановки размеров указанием курсора на кнопку **Авто-размер**  и щелчком левой кнопки «мыши» нужно запустить эту процедуру. Для простановки размеров параллельно ребру нужно указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» ребро, для которого устанавливается размерная линия. Нажать **Esc** или среднюю клавишу «мыши», появится изображение размерной линии параллельной указанному ребру.

10. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку, задающую положение размерной линии. Откроется диалоговое окно **Редактирование размера**, в котором следует установить нужное положение стрелок и другие необходимые параметры, после чего нажать кнопку **Автопозиционирование** (см. рис. УЭ4.6). Размерная стрелка будет зафиксирована в указанном положении.

11. Прodelать аналогичные действия с горизонтальным ребром.

Вид изображения прямоугольника с размерными линиями показан на рис. УЭ4.11.

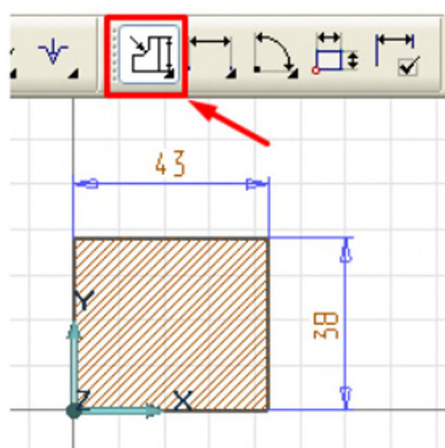




Рис. УЭ4.11

Шаг 4. Построение прямоугольника с вертикальной осью симметрии и скругленными углами (фиг. 3 на рис. УЭ4.1)

1. Установить курсор в место расположения прямоугольника (фиг. 3) на поле чертежа и нажать клавишу **О** (лат.) на клавиатуре. На экране в это место переместится изображение стрелок осей координат **X** и **Y**. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре.

2. Прямоугольник (фиг. 3) имеет следующие координаты: $X = 38$, $Y = 38$. Далее нужно ввести эти величины аналогично тому, как это сделано в п. 2, 3 шага 3.

3. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Прямоугольник**  (рис. УЭ4.12, а, стрелка а). Нажать левую кнопку «мыши» и, удерживая ее, из открывающейся панели инструментов выбрать команду **Прямоугольник с вертикальной осью вращения**  (стрелка б).

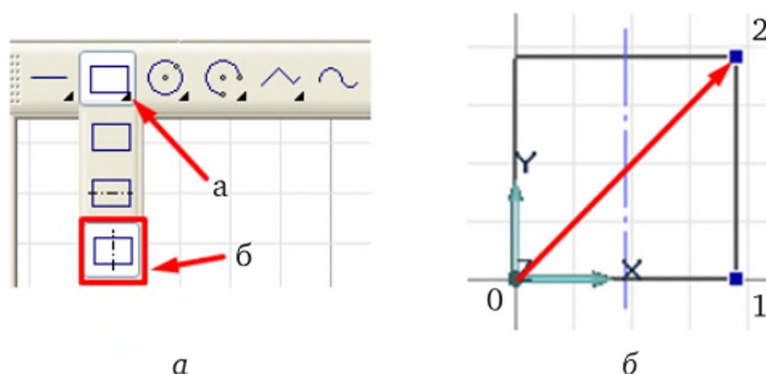



Рис. УЭ4.12

4. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» два противоположных угла (0 и 2) прямоугольника (рис. УЭ4.12, б).

5. Для построения **Скругления замкнутого контура** указанием курсора, при нажатой левой кнопки «мыши», выбрать кнопку **Скругление замкнутого контура**  на вертикальной панели справа от поля построений (рис. УЭ4.13, а), отпустить левую кнопку «мыши».

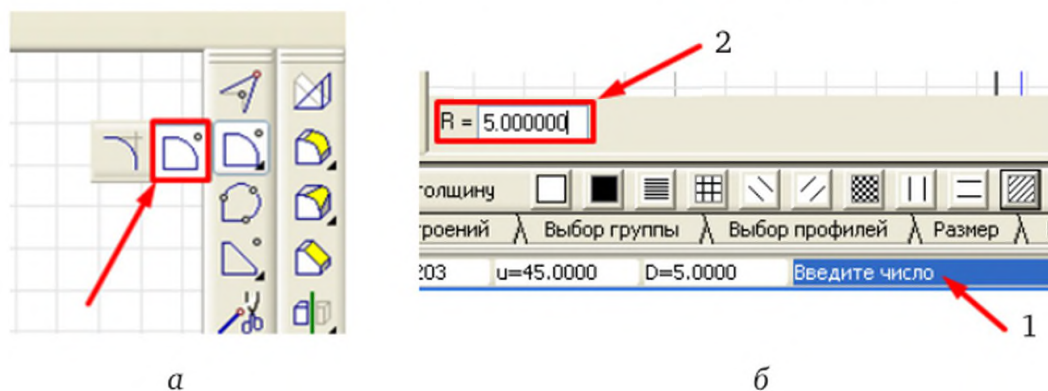


Рис. УЭ4.13

6. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (1) (рис. УЭ4.13, б). В появившемся в левой нижней части экрана поле $R =$ нужно ввести с клавиатуры значение радиуса скругления 5 мм (2) и нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **Enter** на клавиатуре.

7. Далее нужно поочередно подводить курсор к каждому углу контура и щелкать левой кнопкой «мыши», изображение примет вид как показано на рис. УЭ4.14.

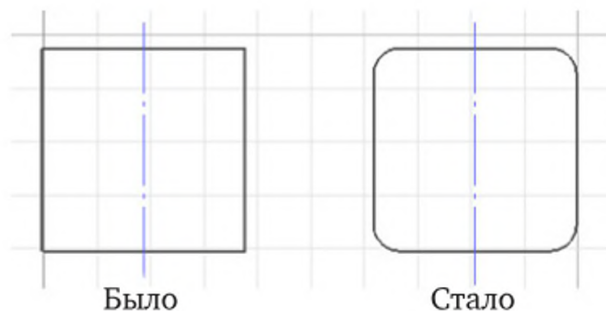


Рис. УЭ4.14

8. Для простановки размеров нужно указанием курсора на кнопку **Авторамер** и щелчком левой кнопки «мыши» запустить эту процедуру. Далее аналогично п. 9, 10 шага 3 проделать соответствующие действия с горизонтальными и вертикальными ребрами, вид изображения прямоугольника с размерными линиями показан на рис. УЭ4.15.

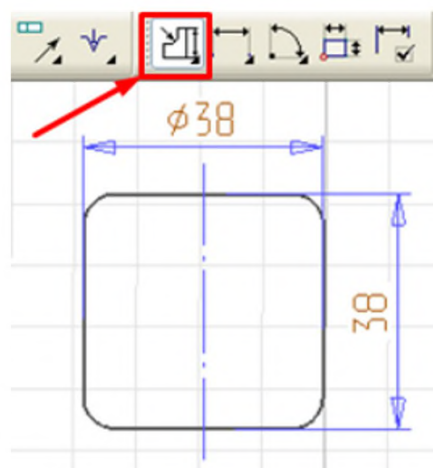


Рис. УЭ4.15

Шаг 5. Построение прямоугольника с горизонтальной осью симметрии и фасками (фиг. 4 на рис. УЭ4.1).

1. Установить курсор в место расположения прямоугольника (фиг. 4) на поле чертежа и нажать клавишу **О** (лат.) на клавиатуре. На экране в это место переместится изображение стрелок осей координат X и Y . Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре.

2. Прямоугольник (фиг. 4) имеет следующие координаты: X — 43, Y — 43. Далее нужно ввести эти величины аналогично тому, как это сделано в п. 2, 3 шага 3.

3. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Прямоугольник** (стрелка а на рис. УЭ4.16, а). Нажать левую кнопку «мыши» и, удерживая ее, из открывающейся панели инструментов, выбрать команду **Прямоугольник с горизонтальной осью вращения** (стрелка б).

4. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» два противоположных угла (0 и 2) прямоугольника (рис. УЭ4.16, б).

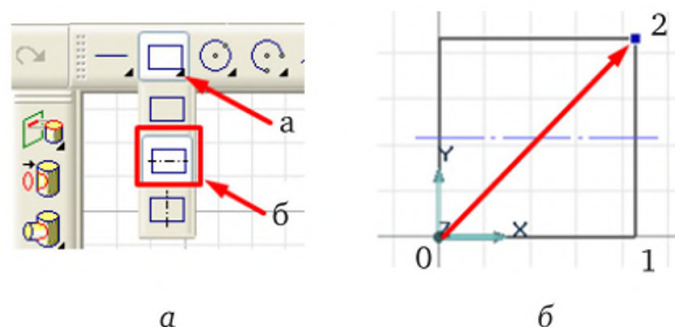



Рис. УЭ4.16

5. Для построения фаски замкнутого контура указанием курсора, при нажатой левой кнопке «мыши», выбрать кнопку **Фаска**  (1) (рис. УЭ4.17, а). на вертикальной панели справа от поля построений, отпустить левую кнопку «мыши».

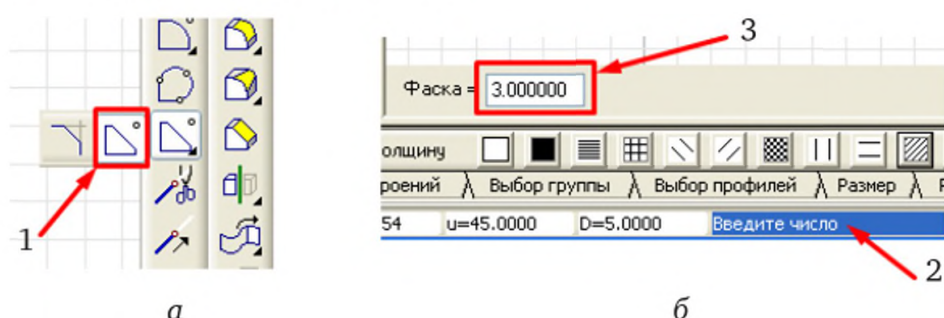


Рис. УЭ4.17

6. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (2) (рис. УЭ4.17, б), в появившемся поле **Фаска** (3) нужно ввести с клавиатуры численное значение фаски 3 мм и нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **Enter** на клавиатуре.

7. Далее следует поочередно подводить курсор к углу контура и щелкать левой кнопкой «мыши», контур примет вид как на рис. УЭ4.18, б.

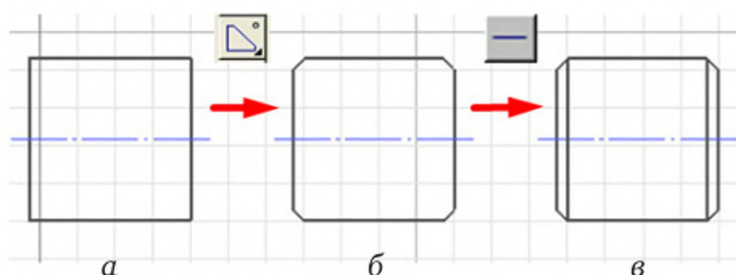




Рис. УЭ4.18

8. Соединить углы фасок с помощью команды **Отрезок**  (рис. УЭ4.18, в).

9. Для простановки размеров нужно указанием курсора на кнопку **Авторазмер**  и щелчком левой кнопки «мыши» запустить эту процедуру. Далее аналогично п. 9, 10 шага 3 проделать соответствующие действия с горизонтальными и вертикальными ребрами. Вид изображения прямоугольника с размерными линиями показан на рис. УЭ4.19.

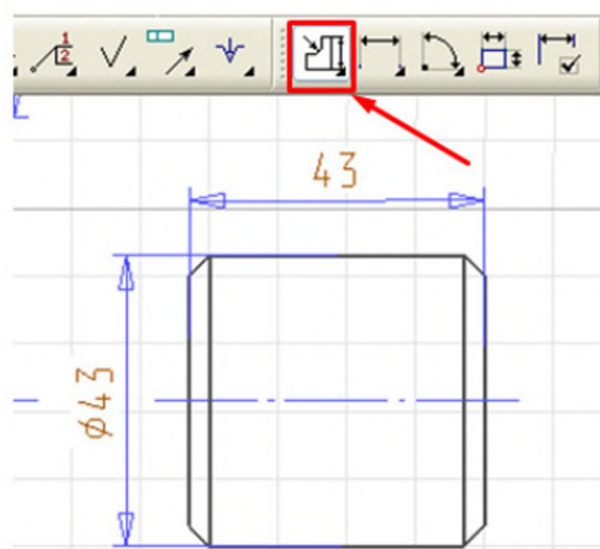


Рис. УЭ4.19

Шаг 6. Построение окружности заданного диаметра с осями симметрии (фиг. 5 на рис. УЭ4.1).

1. Подвести курсор к черному треугольнику на кнопке **Окружность** (1) (рис. УЭ4.20, а). Нажатием левой кнопки «мыши» и удерживая ее, выбрать кнопку **Окружность заданного диаметра с осями симметрии** (2) из открывшейся панели инструментов. Отпустив левую кнопку «мыши», включить эту команду.

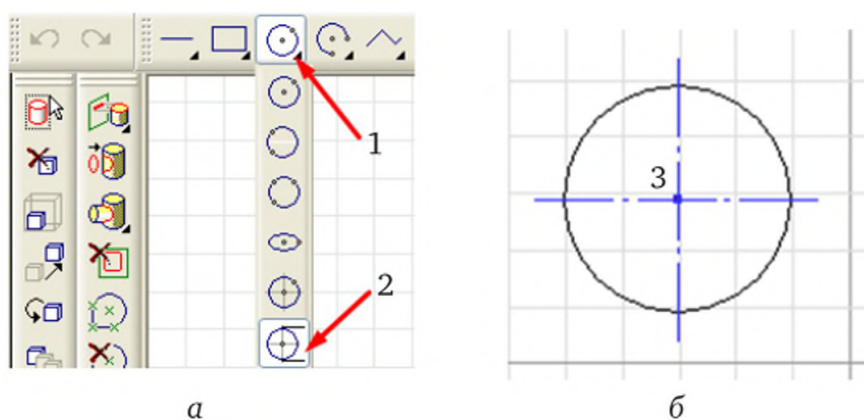


Рис. УЭ4.20

2. В поле **Диаметр**, появившемся в левом нижнем углу, ввести численное значение диаметра окружности 43 мм с клавиатуры и нажать клавишу **Enter**.

3. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» месторасположение центра окружности (точка 3). На рабочем поле появится изображение окружности заданного диаметра с осями симметрии (рис. УЭ4.20, б).

4. Указанием курсора на кнопку **Авторазамер** и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размера. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку на окружности. Вну-

три окружности появится размерная стрелка, указанием курсора расположить ее в нужном положении и зафиксировать его нажатием левой кнопки «мыши». Откроется диалоговое окно **Редактирование размера**. Нажать кнопку **ОК** (1) и установить полку с размером (2), как показано на рис. УЭ4.21.

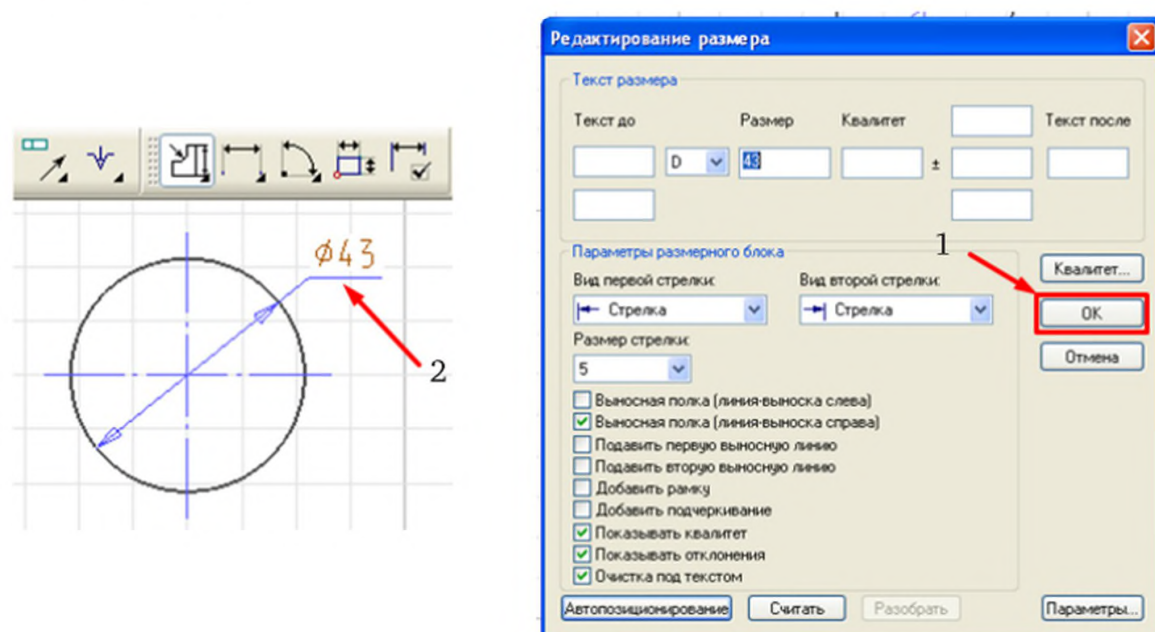




Рис. УЭ4.21

Шаг 7. Построение окружности заданного диаметра без осей симметрии (фиг. 6 на рис. УЭ4.1).

1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность**  (1) (рис. УЭ4.22, а). Нажатием левой кнопки «мыши» и удерживая ее, выбрать кнопку **Окружность заданного диаметра**  (2) из открывающейся панели инструментов. Отпустив левую кнопки «мыши», включить эту команду.

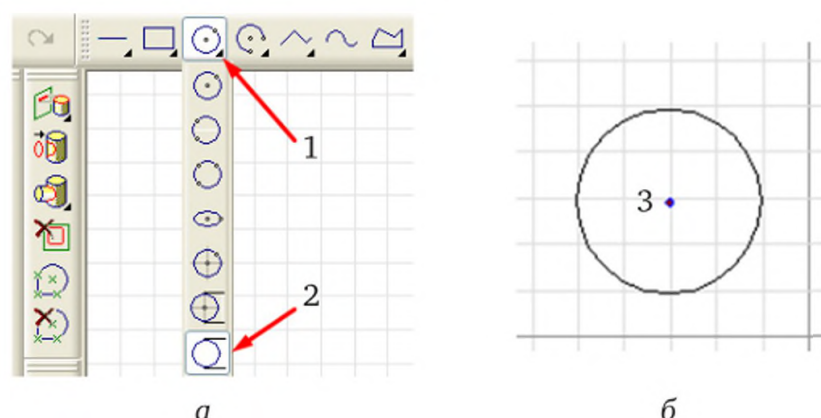



Рис. УЭ4.22

2. В поле **Диаметр**, появившемся в левом нижнем углу, ввести численное значение диаметра окружности 33 мм с клавиатуры и нажать клавишу **Enter**.

3. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» центр расположения окружности (точка 3). На рабочем поле появится изображение окружности без осей симметрии заданного диаметра (рис. УЭ4.22, б).

4. Указанием курсора на кнопку **Автора размер**  (1) (рис. УЭ4.23, а) и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размера. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку на окружности. Внутри окружности появится размерная стрелка, указанием курсора расположить ее в нужном положении и зафиксировать его нажатием левой кнопки «мыши». Откроется диалоговое окно **Редактирование размера** (рис. УЭ4.23, б). Нажать кнопку **Автопозиционирование** (3).

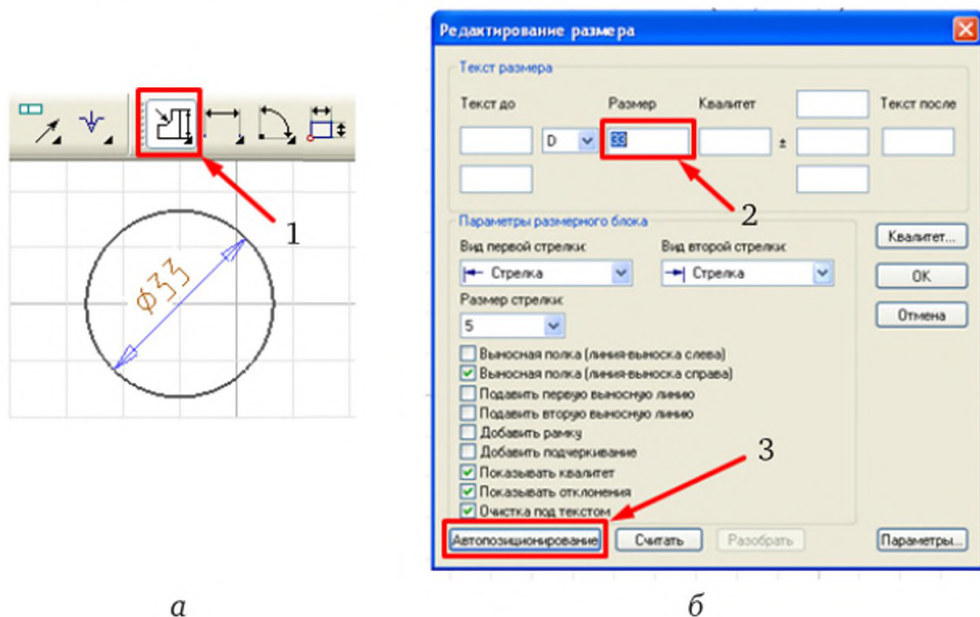





Рис. УЭ4.23

Шаг 8. Построение правильного шестиугольника (фиг. 7 на рис. УЭ4.1).

1. С помощью команды **Окружность заданного диаметра без осей симметрии**  построить окружность диаметром 28 мм.

2. Переключить тип линии **Тонкая**  и включить команду **Дуга Центр**  (1) (рис. УЭ4.24, а). Выполнить построение дуги по точкам 2, 3 и 4.

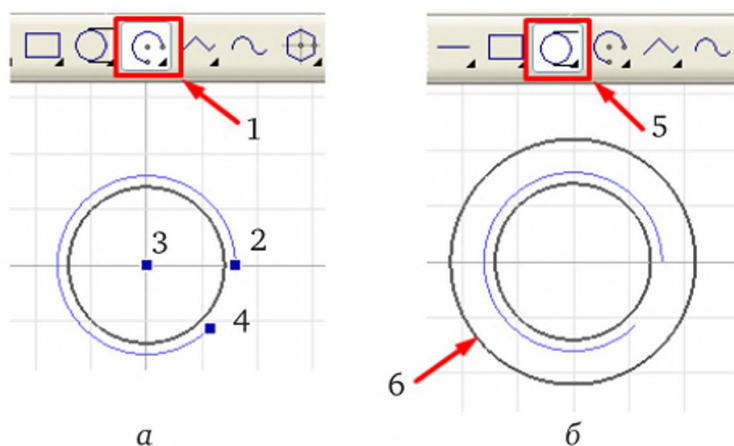





Рис. УЭ4.24

3. Переключить тип линии **Основная**  и включить команду **Окружность заданного диаметра без осей симметрии**  (5), построить окружность диаметром 44 мм (6) для построения описанного правильного шестиугольника (рис. УЭ4.24, б).

4. Для построения правильного шестиугольника, описанного около построенной ранее окружности диаметром 44 мм, включить команду **Многоугольник с осями симметрии**  (1) (рис. УЭ4.25, а). В открывшемся окне **Правильный многоугольник** (рис. УЭ4.25, б) установить данные, как показано на рисунке, и нажать кнопку **ОК**. Установить курсор в точку 2 и щелкнуть левой кнопкой «мыши», переместить курсор в точку 3 и повторно щелкнуть левой кнопкой «мыши». Появится изображение правильного многоугольника, описанного вокруг окружности диаметром 44 мм.

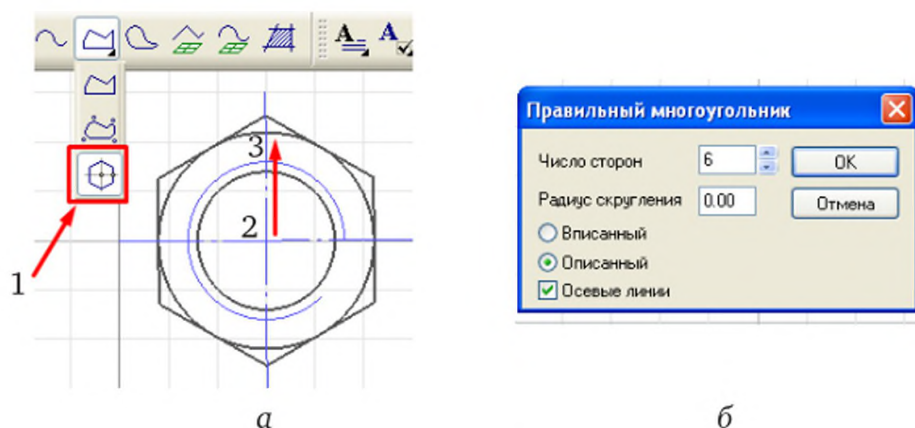



Рис. УЭ4.25

5. Для простановки размера «под ключ» указанием курсора на кнопку **Автора размер**  и щелчком левой кнопки «мыши» запустить эту процедуру.

6. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку, задающую положение размерной линии. Откроется диалоговое окно **Редактирование размера**. Нажать кнопку **Автопозиционирование**. Размерная стрелка будет зафиксирована в указанном положении (рис. УЭ4.26).

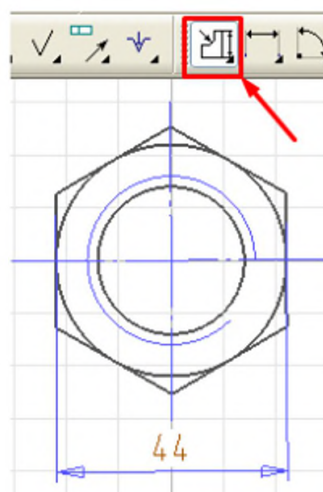


Рис. УЭ4.26

7. Для простановки размера диаметра внутренней метрической резьбы включить команду **Диаметральный размер** . Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» две противоположные точки на дуге. В открывшемся окне **Редактирование размера** установить параметры и через кнопку **ОК** установить полку с обозначениями размера (рис. УЭ4.27).

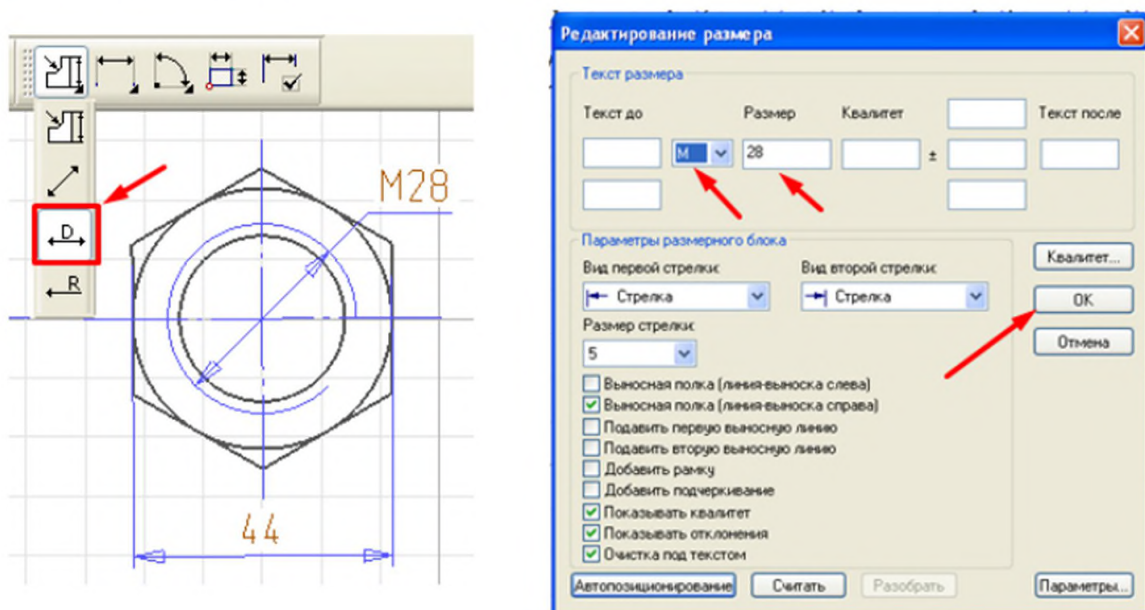


Рис. УЭ4.27

Шаг 9. Заполнение основной надписи.

1. Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства**, которое открывается указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке команды **Свойства документа** (см. УЭ 2). Вносимые данные указаны на рис. УЭ4.28.

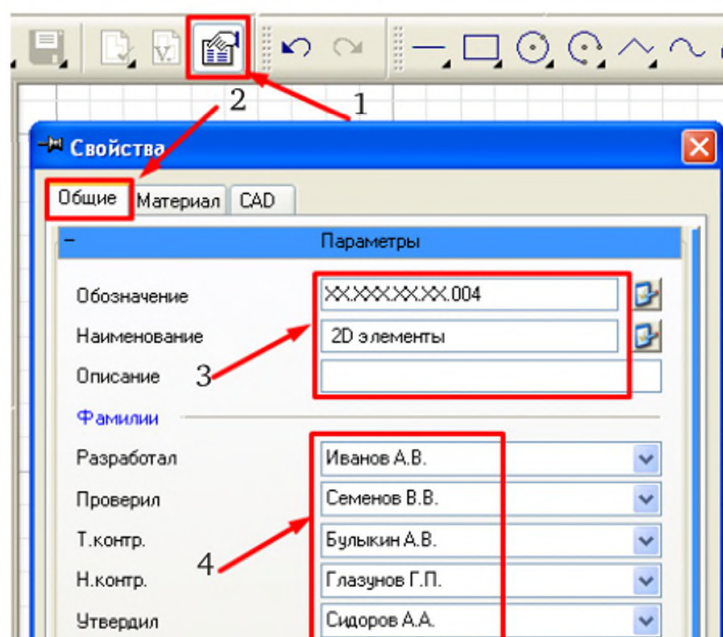


Рис. УЭ4.28

2. Сведения об организации заносятся в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке 1 нужно открыть окно, в котором с клавиатуры ввести данные об организации-разработчике в поле 2, нажать кнопку **ОК** (рис. УЭ4.29).

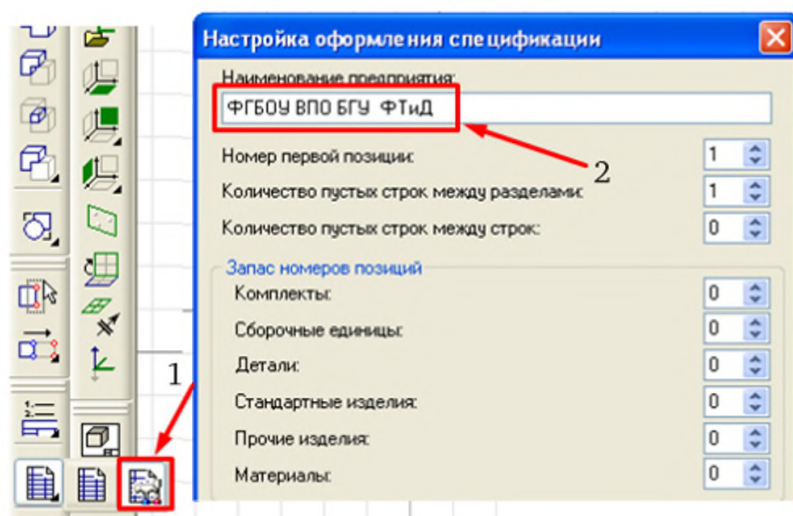


Рис. УЭ4.29

3. Выполненная разработка на формате А4 с заполненной основной надписью примет вид, показанный на рис. УЭ4.30.

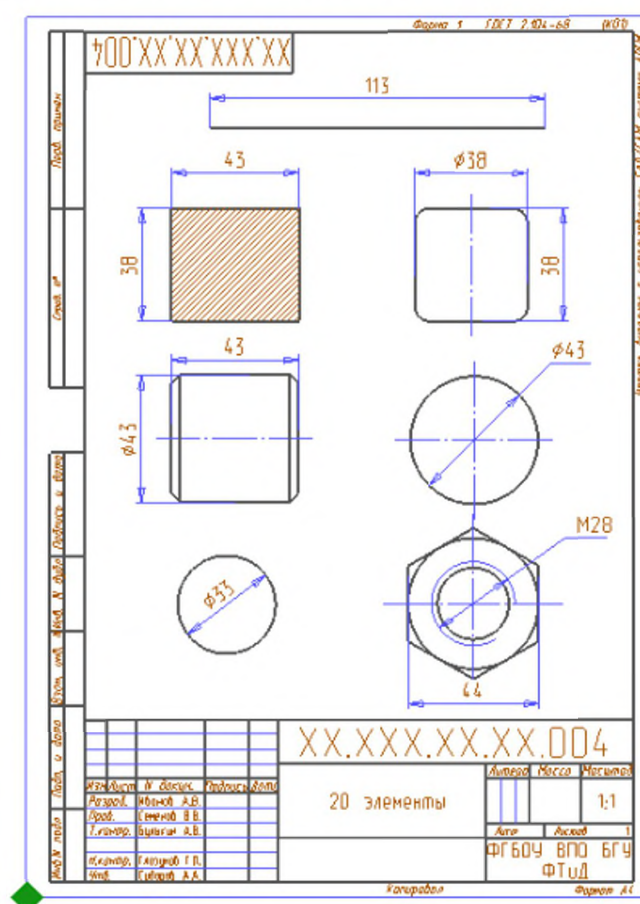


Рис. УЭ4.30

4. Сохранить выполненную разработку через пункты меню и команды **Файл — Сохранить как... — Имя папки группы — Именная папка студента — Иванов УЭ 4 — Сохранить.**

Самостоятельная работа № 2

Задание. Выполнить построения показанных на рис. УЭ4.31 фигур по размерам по вариантам из таблицы. Произвести штриховку и проставить размеры. Общие данные для всех вариантов: формат листа А4 (первый лист), линейные единицы измерения — миллиметры, точность — 2, стандарт — ЕСКД, фаски 3×45 , радиус скругления — 5 мм.

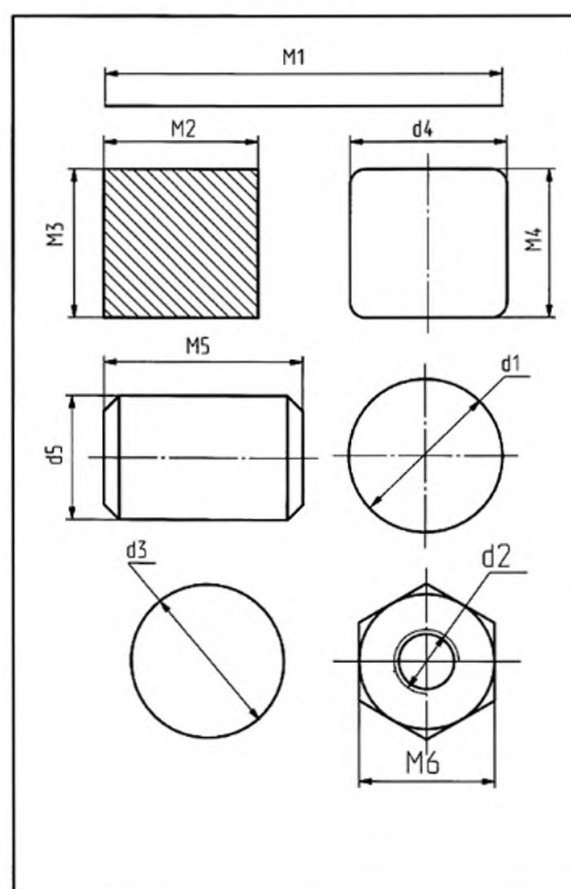


Рис. УЭ4.31

Варианты задания

Вариант	M1	M2	M3	M4	M5	M6	d1	d2	d3	d4	d5
1	101	31	50	50	31	44	31	M22	21	50	31
2	102	32	49	49	32	42	32	M20	22	49	32
3	103	33	48	48	33	40	33	M18	23	48	33
4	104	34	47	47	34	36	34	M16	24	47	34
5	105	35	46	46	35	44	35	M22	25	46	35

Вариант	M1	M2	M3	M4	M5	M6	d1	d2	d3	d4	d5
6	106	36	45	45	36	42	36	M20	26	45	36
7	107	37	44	44	37	40	37	M18	27	44	37
8	108	38	43	43	38	36	38	M16	28	43	38
9	109	39	42	42	39	44	39	M2 2	29	42	39
10	110	40	41	41	40	42	40	M20	30	41	40
11	111	41	40	40	41	40	41	M18	31	40	41
12	112	42	39	39	42	36	42	M16	32	39	42
13	113	43	38	38	43	44	43	M22	33	38	43
14	114	44	37	37	44	42	44	M20	34	37	44
15	115	45	36	36	45	40	45	M18	35	36	45
16	116	46	35	35	46	36	46	M16	36	35	46
17	117	47	34	34	47	44	47	M22	37	34	47
18	118	48	33	33	48	42	48	M20	38	33	48
19	119	49	32	32	49	40	49	M18	39	32	49
20	120	50	31	31	50	36	50	M16	40	31	50

Учебный элемент УЭ 5

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Получение чертежных видов и аксонометрических проекций с 3D-модели.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы получите практические навыки получения чертежных видов и аксонометрических проекций с 3D-модели в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.

4. УЭ 3. Точные перемещения.

5. УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры.

Задание. Выполнить 3D-модель детали в соответствии с размерами, указанными на эскизе (рис. УЭ5.1). Получить с нее чертежные виды и аксонометрическую проекцию. Изображения отразить на формате А3 (горизонтальный).

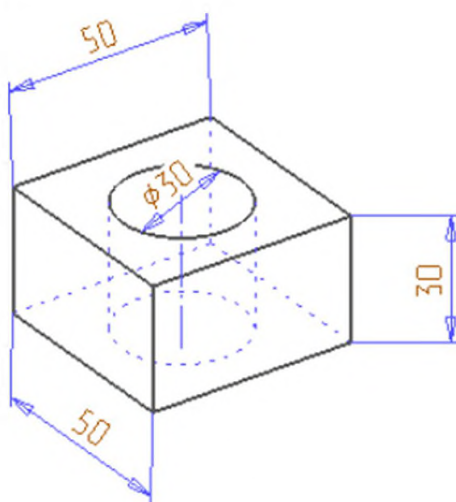


Рис. УЭ5.1

Шаг 1. Установка параметров проектирования (см. УЭ 1).

Открытие модуля ADEM CAD. Задание выполняется в конструкторском модуле, при запуске системы по умолчанию открывается именно он. В других случаях модуль **ADEM CAD** открывается через пункт меню **Модуль** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.1).

Создание новой разработки. Проектирование начинается с выбора пунктов меню **Файл** — **Создать** (см. УЭ 1, рис. УЭ1.5).

Выбор формата листа. В соответствии с заданием проектирование выполняется на формате А3 (420 × 297 мм). Формат выбирается через пункт меню **Режим** и подпункт **Формат листа**. Для построения изображений загружается первый лист с основной надписью (см. рис. УЭ1.6, УЭ1.7).

Единицы измерения. При открытии системы, по умолчанию, **Линейные единицы** — миллиметры, **Точность** — 2, **Угловые единицы** — градусы десятичные. Эти параметры соответствуют требованиям для выполнения задания.

Стандарт проектирования. При открытии системы, по умолчанию, используется стандарт **ЕСКД Машиностроение**. Этот стандарт соответствует требованиям для выполнения задания.

Масштаб построений. При открытии системы, по умолчанию, масштаб построений равен 1 : 1, что соответствует требованиям для выполнения задания.

Шаг курсора. При открытии системы, по умолчанию, шаг курсора соответствует 5 мм. Оставляем это значение для построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага курсора выполняется нажатием клавиши **D** и вводом нового значения.

Шаг сетки. При открытии системы, по умолчанию, шаг опорной сетки соответствует 10 мм. Оставляем это значение для дальнейших построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага опорной сетки выполняется нажатием клавиши **G** и вводом нового значения.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана, в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши текст **Сетка** (см. рис. УЭ1.3).

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.3). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка**.

Основные параметры проектирования установлены, можно приступить непосредственно к выполнению задания.

Шаг 2. Создание профилей для получения 3D-модели детали.

1. С помощью команд **Прямоугольник** (1) и **Окружность заданного диаметра** (2) точными построениями по размерам нужно изобразить профиль будущей модели (рис. УЭ5.2).

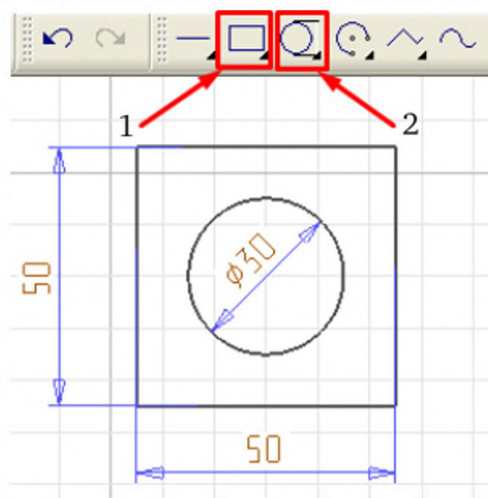


Рис. УЭ5.2

2. С помощью команды **Смещение** (1) (рис. УЭ5.3) создается объемная модель детали. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно выделить ранее созданный профиль. Выбранные элементы подсвечиваются оранжевым цветом.

3. Далее нужно подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. В появившемся окне **Введите данные** нужно ввести с клавиатуры в поле **Высота** (2) размер толщины детали, равный 30 мм согласно эскизу, и нажать кнопку **ОК** (3). Изображение профиля примет вид объемной модели (4) (см. рис. УЭ5.3). Выполненную модель следует сохранить в именной папке.

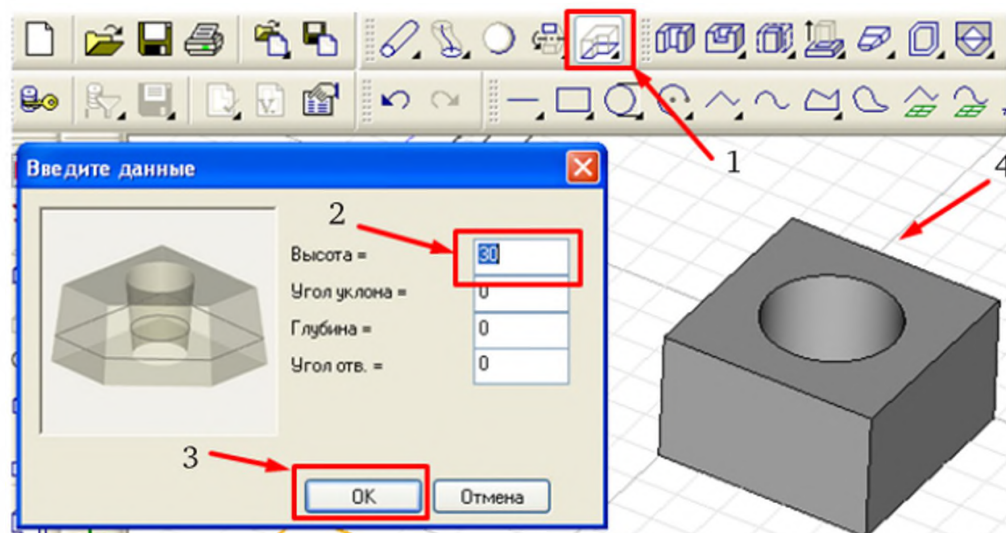


Рис. УЭ5.3

Шаг 3. Создание чертежных видов и аксонометрической проекции.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели** . В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды**, отпустить левую кнопку «мыши» (см. рис. 5.3 в разд. 5).

2. Появится диалоговое окно **Получение видов**. В нем нужно отметить флажками виды, которые требуется построить, указать расстояние между видами (см. рис. 5.4 в разд. 5).

3. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» место, где на рабочей плоскости будут располагаться построенные виды (рис. УЭ5.4).

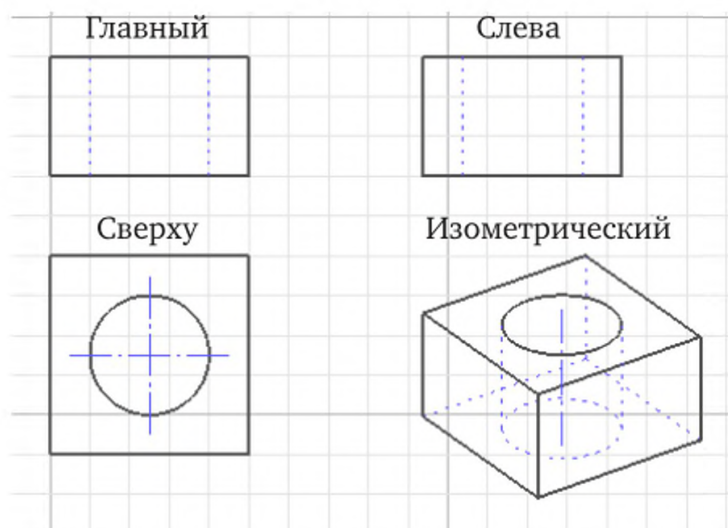


Рис. УЭ5.4

4. Указанием курсора при нажатой левой кнопкой «мыши» на кнопке **Создание чертежных видов по 3D модели** (1) в дополнительном меню выбрать пункт **Разрез ступенчатый** (2). На экране появится окно **Вид для отрисовки**, в котором нажать кнопку **ОК** (3) (рис. УЭ5.5).

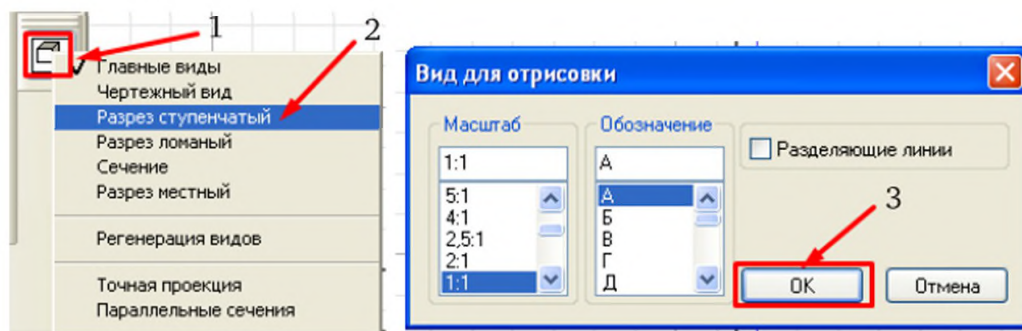


Рис. УЭ5.5

5. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» вид детали сверху. Он изменит цвет на оранжевый. Построить линию разреза, указывая курсором и щелчками левой кнопки «мыши» последовательно начальную и конечную точки. Для завершения построения линии нажать среднюю кнопку «мыши» или клавишу **Esc**. Разрез будет построен. Заменить изображение главного вида на полученный разрез, как показано на рис. УЭ5.6.

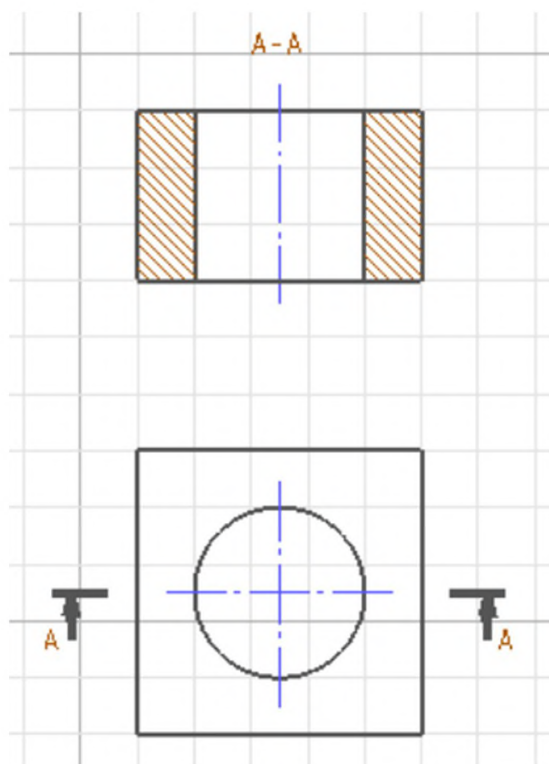


Рис. УЭ5.6

6. Для окончательного оформления чертежа удалить с рабочего поля объемную модель и перенести разрез, чертежные и аксонометрические виды на формат. Проставить размеры и заполнить основную надпись (рис. УЭ5.7).

7. Сохранить выполненную разработку через пункты меню и команды **Файл — Сохранить как... — Имя папки группы — Именная папка студента — Иванов УЭ 4 — Сохранить**.

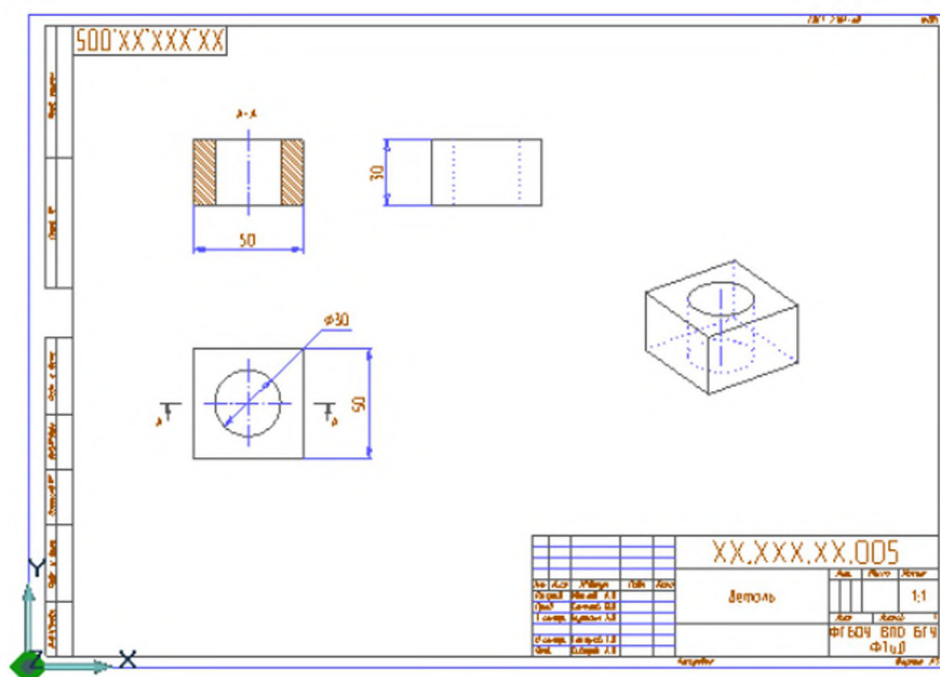


Рис. УЭ5.7

Самостоятельная работа № 3

Задание. Разработать 3D-модель детали (рис. УЭ5.8) в соответствии с размерами по вариантам, указанным в таблице. Получить с нее чертежные виды и аксонометрическую проекцию. Изображения отразить на формате А3 (горизонтальный). Выполненную работу сохранить в именной папке.

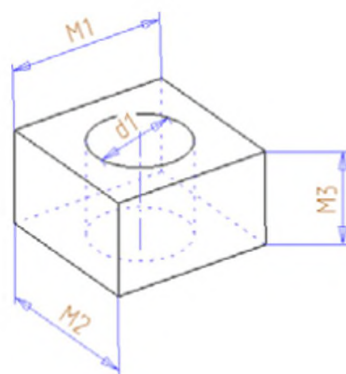


Рис. УЭ5.8

Варианты задания

Вариант	M1 = M2, мм	M3, мм	d1, мм	Вариант	M1 = M2, мм	M3, мм	d1, мм
1	50,00	30,50	30,00	11	55,00	35,50	35,00
2	50,50	31,00	30,50	12	55,50	36,00	35,50
3	51,00	31,50	31,00	13	56,00	36,50	36,00

Вариант	M1 = M2, мм	M3, мм	d1, мм	Вариант	M1 = M2, мм	M3, мм	d1, мм
4	51,50	32,00	31,50	14	56,50	37,00	36,50
5	52,00	32,50	32,00	15	57,00	37,50	37,00
6	52,50	33,00	32,50	16	57,50	38,00	37,50
7	53,00	33,50	33,00	17	58,00	38,50	38,00
8	53,50	34,00	33,50	18	58,50	39,00	38,50
9	54,00	34,50	34,00	19	59,00	39,50	39,00
10	54,50	35,00	34,50	20	59,50	40,00	39,50

Учебный элемент УЭ 6

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Разработка конструкторской документации детали тела вращения «втулка».

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы получите практические навыки разработки конструкторской документации для деталей тел вращения в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).
2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.
3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.
4. УЭ 3. Точные перемещения.
5. УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры.
6. УЭ 5. Получение чертежных проекций с 3D-модели.

Задание. Выполнить объемную модель детали «втулка» по приведенному эскизу (рис. УЭ6.1), разработать чертеж детали способом компьютерного инжиниринга и оформить его в соответствии с требованиями ЕСКД. Формат листа А4, остальные поверхности — шероховатость Ra 6,3 мкм. Материал детали 40Х13 (ГОСТ 2590—88).

Шаг 1. Установка параметров проектирования (см. УЭ 1).

Так как при разработке объемной модели и чертежа детали предстоит работать с конструкторской частью системы, то указанием кур-

сора и, нажав и удерживая левую кнопку «мыши» на пункте меню **Модуль** в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню указанием курсора выделить строку **Adem CAD** (фон строки изменится на синий), отпустить левую кнопку «мыши» (см. рис. УЭ1.4).

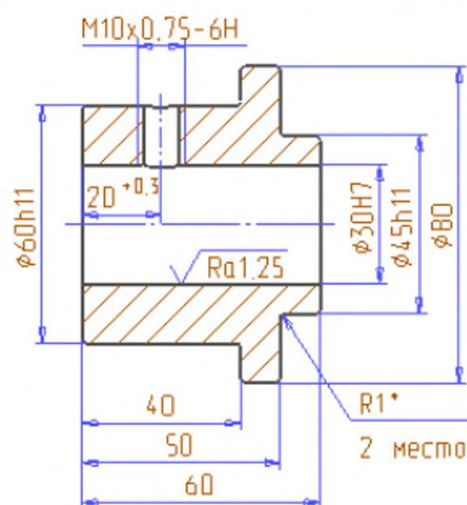


Рис. УЭ6.1

Создание новой разработки начинается с выбора пунктов меню **Файл — Создать** (см. рис. УЭ1.5).

К основным параметрам настройки проектирования относятся формат листа, параметры единиц измерения, стандарт, масштаб построений, шаг курсора, шаг сетки, тип курсора и другие по мере необходимости.

Выбор формата листа. Для установки нужного формата для определения границ поля проектирования подвести курсор к пункту системного меню **Режим** (см. рис. УЭ1.6). Из выпадающего меню, перемещением курсора и щелчком левой кнопки «мыши», выделить строку **Формат листа**.

В открывшемся окне **Формат листа** (см. рис. УЭ1.7) выделить нужный формат А4. В поле **Дополнительно** отметить **Рисовать границу**, определить направление формата **Вертикальный**, зафиксировать выбранное нажатием кнопки **ОК**.

На экране, в области построений, появится формат листа размером 210 × 297 мм, ограниченный зеленым контуром, в котором в дальнейшем будет производиться проектирование.

Установка единиц измерения. Единицы измерения устанавливаются в окне **Единицы измерения**. Открывается оно через пункт меню **Режим** выделением из выпадающего списка пункта **Единицы измерения** (см. УЭ1, рис. УЭ1.11 и УЭ1.12).

Установка стандарта проектирования. Подвести курсор к пункту системного меню **Режим**. Из выпадающего меню перемещением курсора и нажатием левой кнопки «мыши» выделить пункт **Стандарт**. В появившемся окне курсором, при нажатой левой кнопки «мыши», выделить **ЕСКД Машиностроение**, левую кнопку «мыши» отпустить (см. рис. УЭ1.9).

Задание масштаба построений. Для установки масштаба открыть, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши», заставку **Режимы построений** в нижней части экрана. Открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на стрелку **Масштаб пользователя** раскрывающийся список величин масштабов, выделить 1 : 1 (см. рис. УЭ1.10).

Установка шага курсора. Чтобы задать шаг движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений (см. рис. 3.3 в разд. 3). В поле **Шаг** ввести значение шага курсора 5 и нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**.

Установка шага сетки. Нажать на клавишу **G** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений (см. рис. УЭ1.13). В поле **Шаг** ввести значение шага сетки (1) и нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**. Аналогичные значения можно получить, установив нужную величину в открывающемся списке строки **Сетка**.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана, в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши текст **Сетка** (см. рис. УЭ1.3).

Основные параметры проектирования установлены, можно приступить непосредственно к выполнению задания.

Алгоритм реализации проекта выглядит следующим образом:

- определение опорных точек профиля для создания объемной модели его вращением вокруг заданной оси и расчет их координат в относительной системе координат;
- простановка опорных точек профиля на рабочем поле способом точных перемещений с клавиатуры (рис. УЭ6.2);

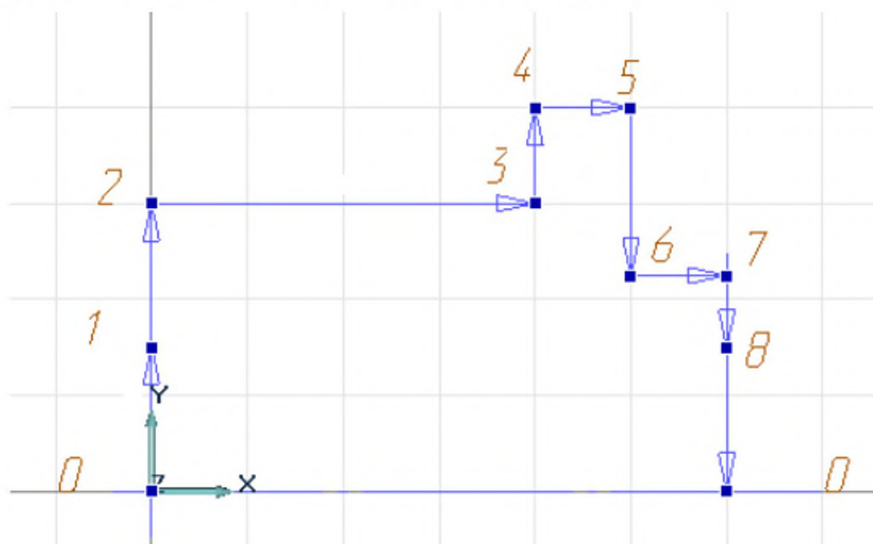


Рис. УЭ6.2

- построение профиля для последующего вращения вокруг оси с помощью команды **Замкнутый контур** (рис. УЭ6.3);

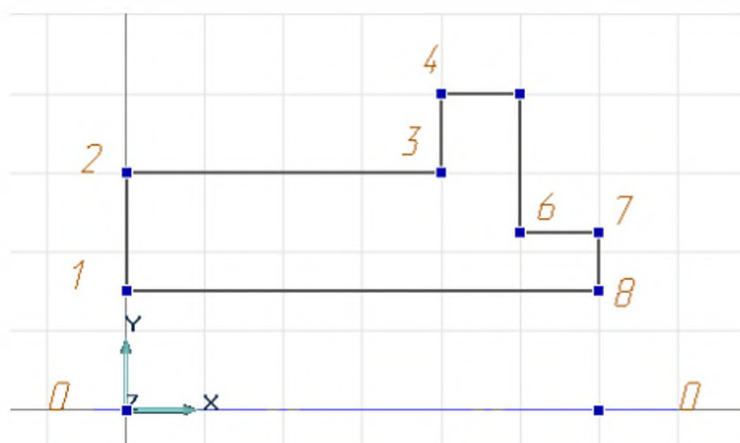


Рис. УЭ6.3

— получение объемной модели детали вращением профиля вокруг заданной оси с помощью команды **Вращение** (рис. УЭ6.4);

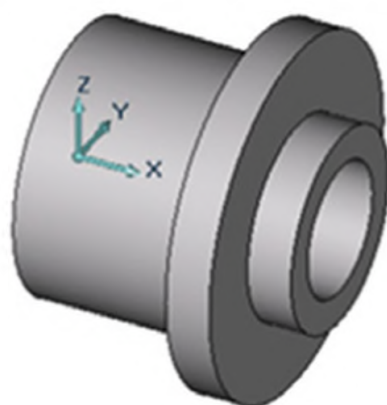


Рис. УЭ6.4

— редактирование объемной модели детали — фаски, скругления, резьбовое отверстие (рис. УЭ6.5);

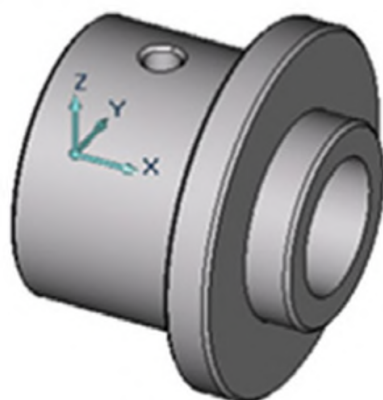


Рис. УЭ6.5

- сохранение объемной модели в отдельном файле;
- получение чертежного вида с объемной модели (рис. УЭ6.6);

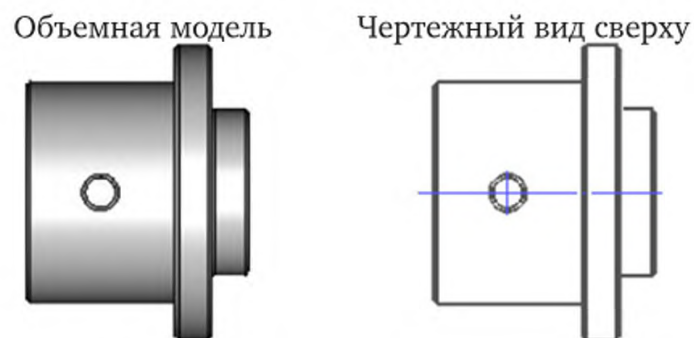


Рис. 9.26.6

— выполнение разреза на полученном чертежном виде (рис. 9.26.7);

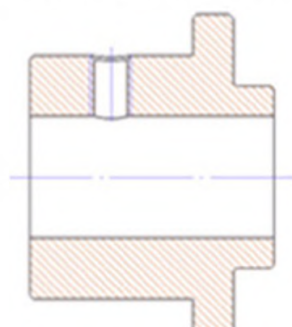


Рис. 9.26.7

— загрузка первого листа формата А4 с основной надписью;
— удаление сохраненной ранее объемной модели и перенос чертежного вида с разрезом на формат (рис. 9.26.8);

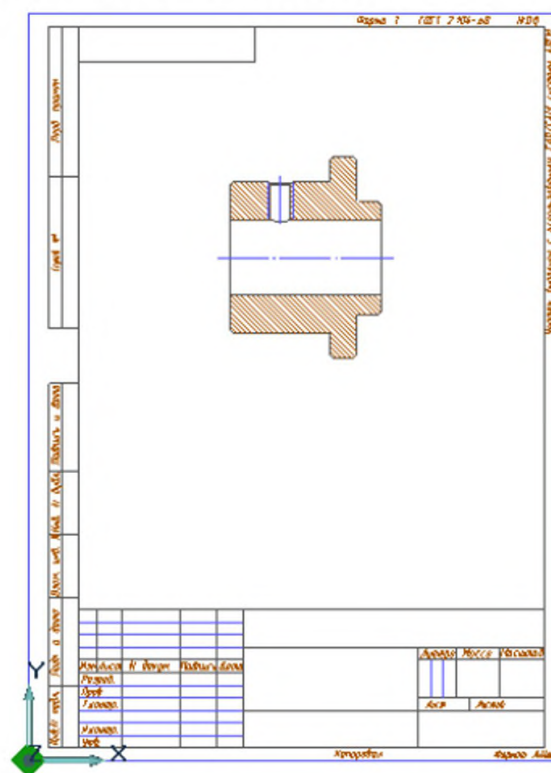


Рис. 9.26.8

— заполнение основной надписи (рис. УЭ6.9);

Код и подл.	Лист и дата	АБВ 00.00.000							
		Втулка				Литера	Масса	Масштаб	
							1,057	1:1	
						Лист 1	Листов 1		
Изм.	Лист	И докум.	Подпись	Дата	90-В ГОСТ 2590-88 40x15 ГОСТ 5949-75 Круг				
Разраб.	Иванов А.В.								
Проб.	Семенов В.В.								
Т. контр.	Буланин А.В.								
И контр.	Глаголов Г.П.				БГЧ ФТУД каф. ТУМПО				
Утв.	Сидоров А.А.								
						Копировал			Формат А4

Рис. УЭ6.9

— оформление чертежного вида детали — размеры, шероховатость, технические требования (рис. УЭ6.10);

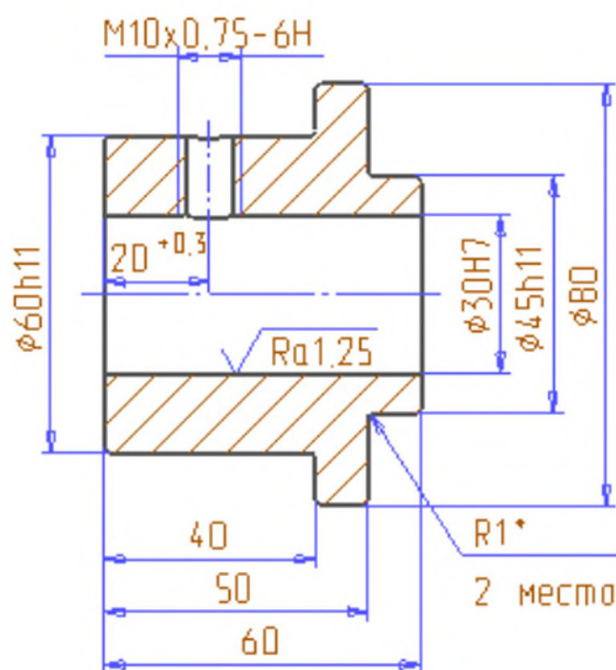


Рис. УЭ6.10

— сохранение разработанного чертежа в отдельном файле (рис. УЭ6.11);

— распечатка разработанного чертежа (при необходимости).

Шаг 2. Определение опорных точек шаблона.

1. Проанализировать форму детали и определить опорные точки для построения профиля (рис. УЭ6.12).

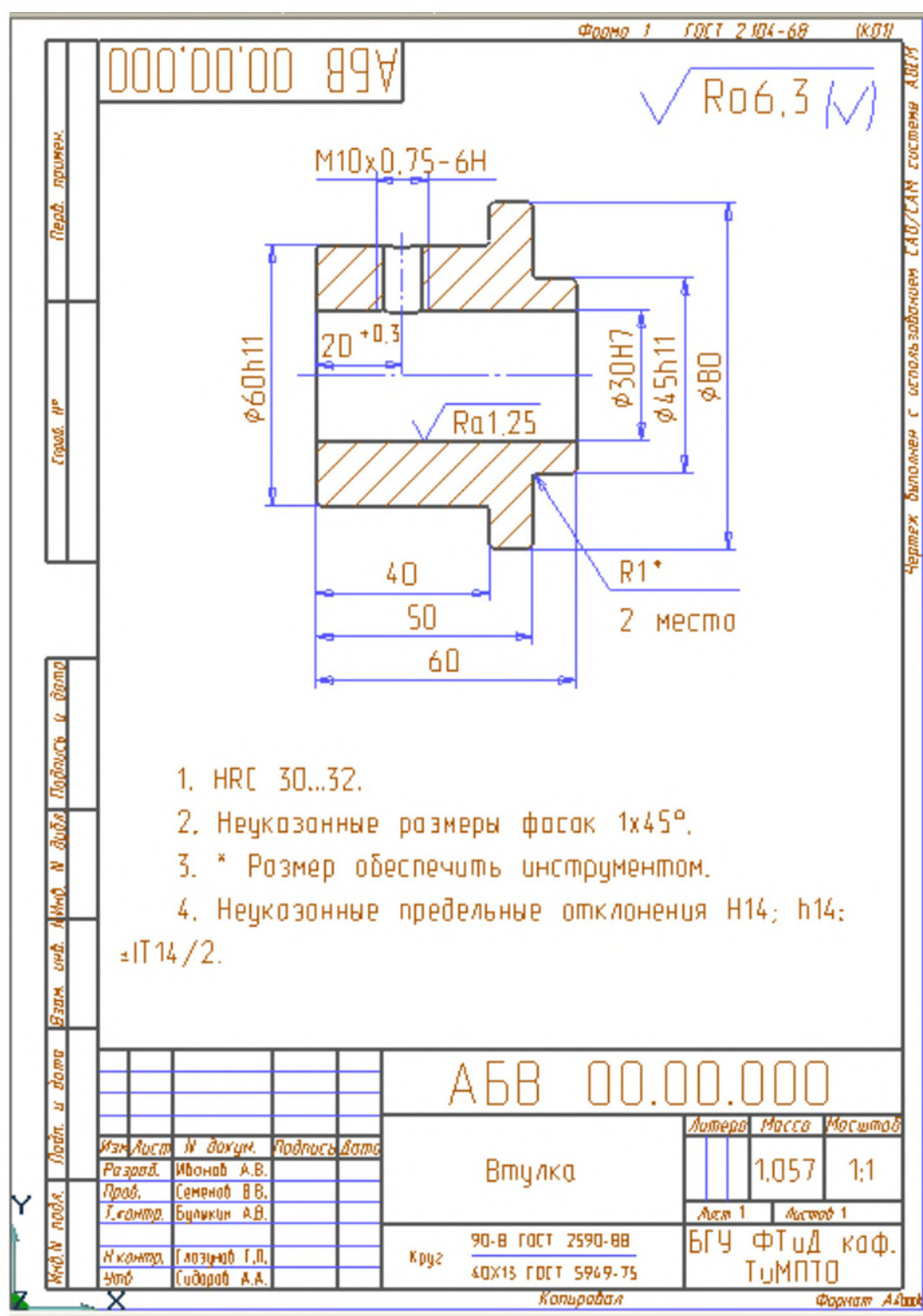


Рис. УЭ6.11

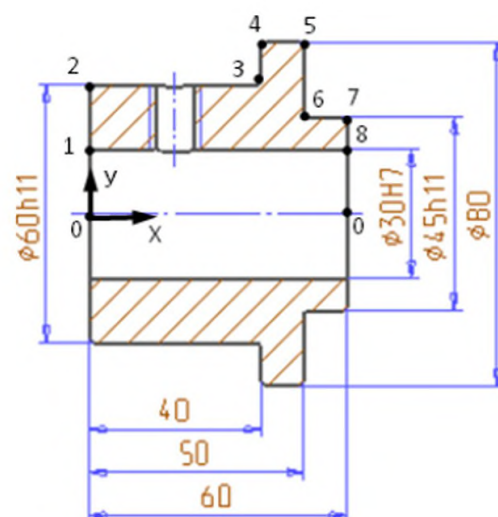


Рис. УЭ6.12

2. Рассчитать координаты точек в относительной системе координат, принять за начало координат точку 0 у левого торца детали:

Точка	X	Y	Точка	X	Y
0	0	0	5	50	40
1	0	15	6	50	22,5
2	0	30	7	60	22,5
3	40	30	8	60	15
4	40	40	0	60	0

Шаг 3. Простановка опорных точек шаблона.

1. Установить курсор в нужное место на поле чертежа и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат **X** и **Y**. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре. Для обозначения каждой точки выполнять следующие действия: **X** — **численное значение из таблицы** — **Enter** — **Y** — **численное значение из таблицы** — **Enter** — **N** (например, для точки 1: **X** — **0** — **Enter** — **Y** — **15** — **Enter** — **N**), и так последовательно для каждой точки профиля 1—8 (см. рис. УЭ6.4).

Шаг 4. Построение контура профиля.

1. Для реализации этой операции включается функция **Автопривязка** (см. УЭ 3). Предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (рис. УЭ6.13) для этого указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» открыть закладку **Режимы построений** (1), нажать кнопку **Автопривязка** (2), на экране появится окно **Автоматическая привязка**. Выделить необходимую для проектирования одну строку **Вспомогательные узлы** (3) и зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (4). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка** (5).

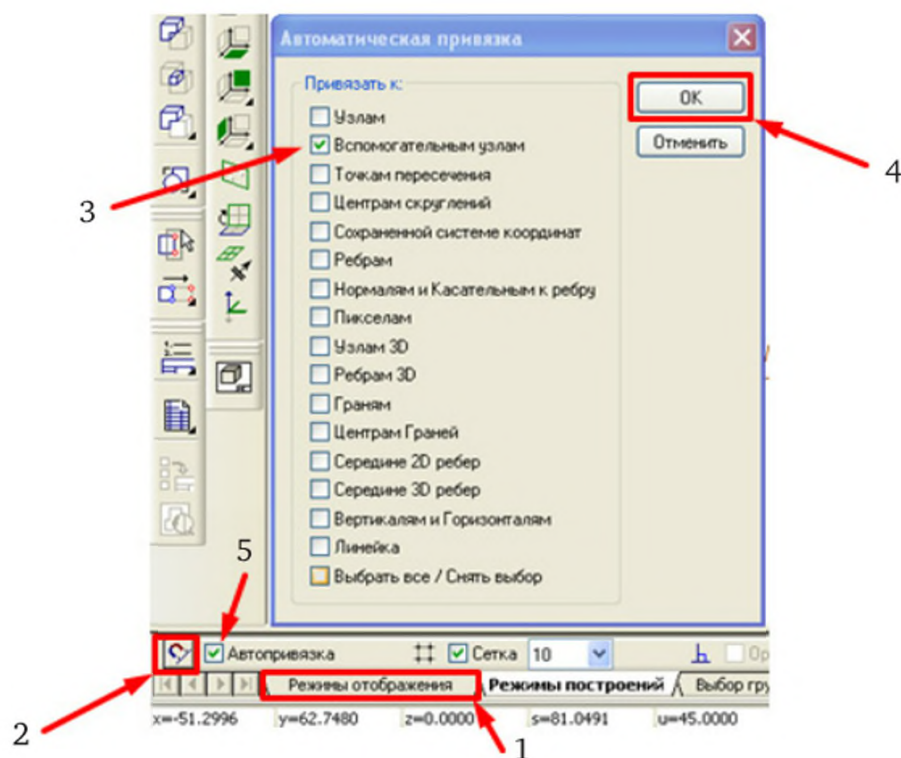



Рис. УЭ6.13

2. Подвести курсор к кнопке **Замкнутый контур**  и включить эту команду щелчком левой кнопки «мышь».

3. Перемещением курсора и нажатиями левой кнопки «мышь» указать все узлы (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) профиля детали.

4. Нажать среднюю кнопку «мышь» или клавишу **Esc** для завершения построения. Начальный (1) и конечный (8) узлы контура будут соединены прямолинейным сегментом (см. рис. УЭ6.5).

Шаг 5. Получение объемной модели детали.

1. Объемную модель детали получим вращением созданного профиля вокруг заданной оси. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мышь» запустить команду **Вращение**  (рис. УЭ6.14). В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Выберите Профили**/Esc.

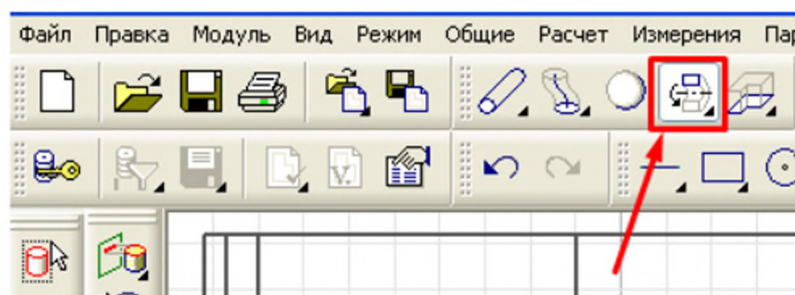


Рис. УЭ6.14

2. Указанием курсора и щелчком **левой кнопки «мышь»** выбрать созданный ранее профиль (см. шаг 4), он подсветится оранжевым цве-

том. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Откроется окно ввода параметров (рис. УЭ6.15).

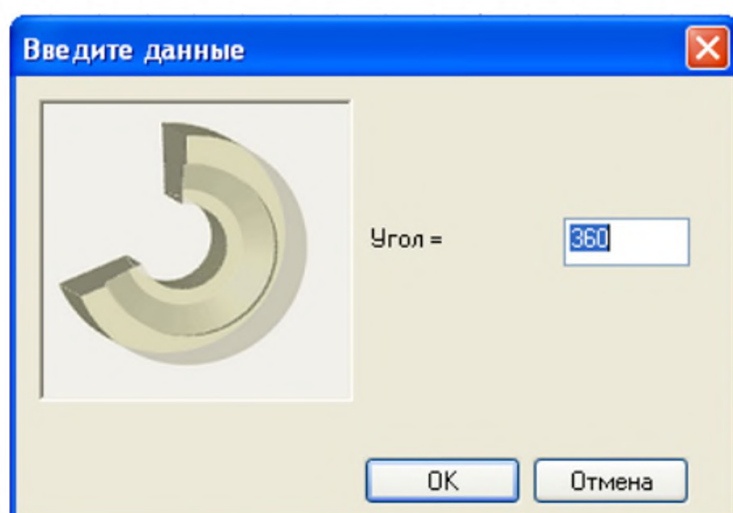


Рис. УЭ6.15

3. В поле **Угол** ввести величину угла вращения 360.
4. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре. В строке состояния появится запрос **Ребро/Точка/Esc**.
5. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на осевую линию **О—О**, определяющую ось вращения. Будет построено объемное тело детали, изображение которого будет расположено параллельно плоскости экрана (1). Для получения изометрического вида (2) нажать кнопку 3, для обратного действия нажать кнопку 4 (рис. УЭ6.16).

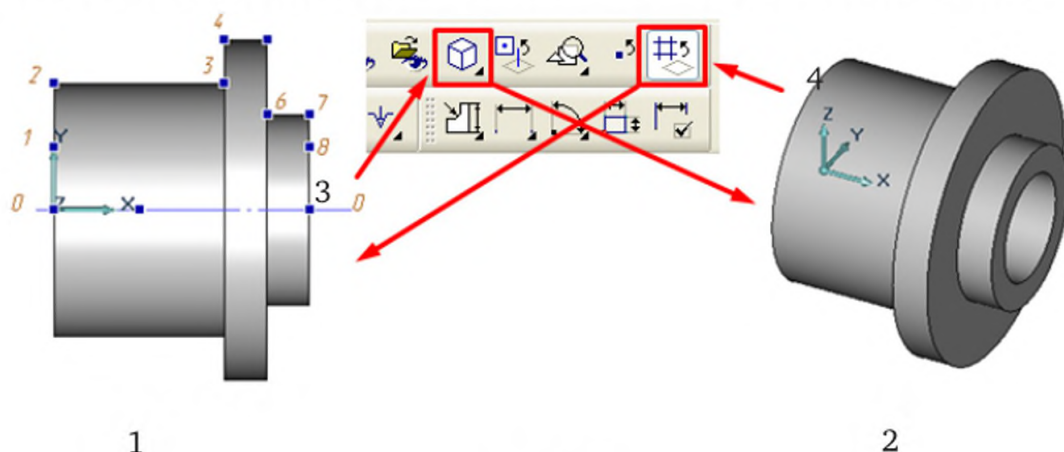


Рис. УЭ6.16

Шаг 6. Редактирование объемной модели.

Редактирование выполненной объемной модели состоит из получения фасок, скругления и резьбового отверстия.

Для образования резьбового отверстия наметить точку его центра на детали способом точных перемещений с клавиатуры. Подвести курсор к началу координат и нажать клавишу **Home**, нажать клавишу **X**, в появившемся в нижней части экрана поле ввести размер переме-

щения по оси X 20, нажать клавишу **Enter**, отметить центр будущего отверстия простановкой вспомогательной точки нажатием клавиши **N**.

Для образования отверстия под резьбу диаметром d (шаг резьбы), $d = 10 - 0,75 = 9,25$ мм, в точке 1 указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Отверстие по нормали к поверхности** (рис. УЭ6.17). Отметить «птичками» и ввести данные $d = 9.25$ (3), $h = 20$ (4), нажать кнопку **ОК** (5) или клавишу **Enter**. Подвести курсор к точке центра отверстия и щелкнуть левой кнопкой «мыши». На поверхности детали появится отверстие под резьбу $M10 \times 0,75$ (6).

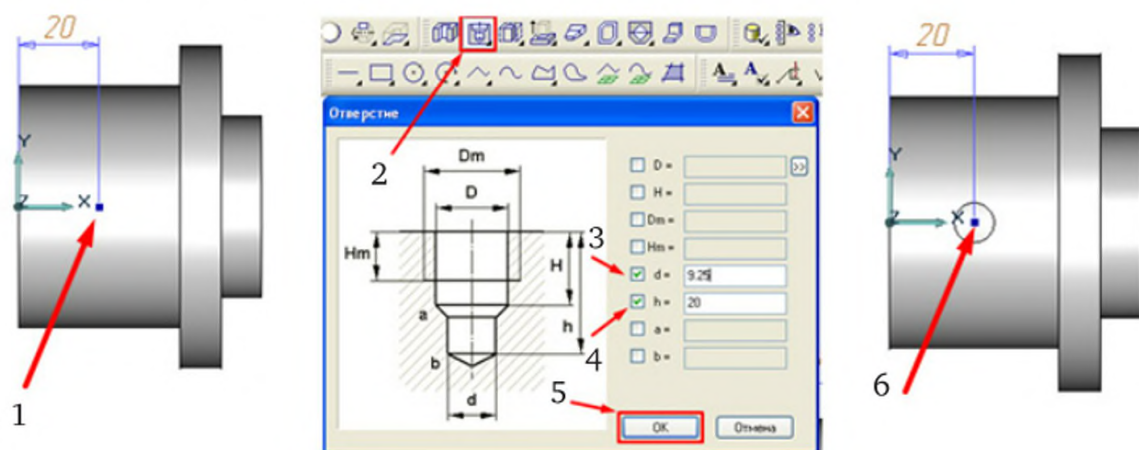


Рис. УЭ6.17

Для образования резьбы в отверстии указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Резьба** (1) запустить эту команду. Указать курсором и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по контуру созданного ранее отверстия. Контур отверстия изменит цвет на красный, а на экране появится окно **Форма** (рис. УЭ6.18). Заполнить поля в соответствии с чертежом и нажать **ОК** (2). На контуре отверстия появится условное изображение резьбы (3).

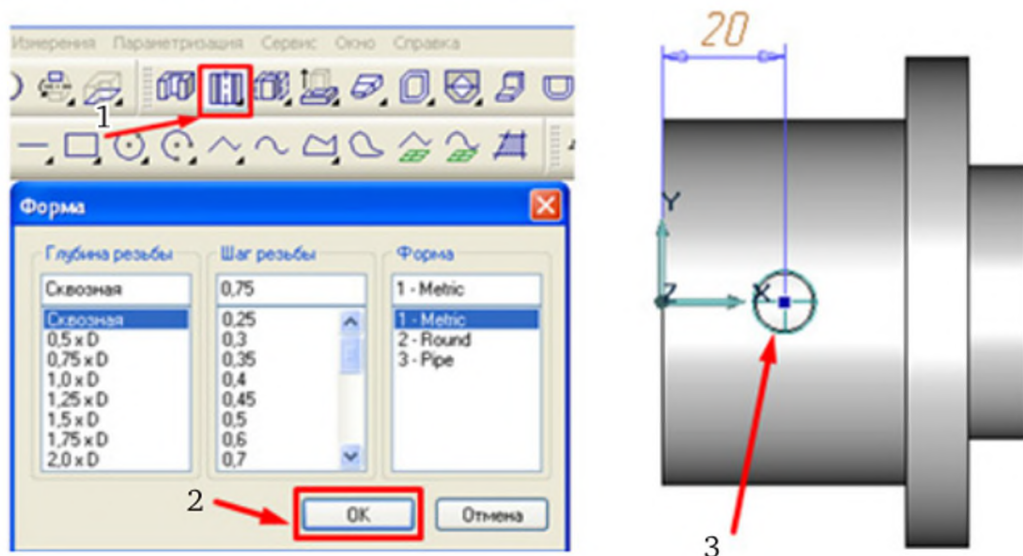



Рис. УЭ6.18

Для образования фасок на кромках указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Фаска на ребре**  (1) включить эту команду (рис. УЭ6.19). В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить ребра, на которых будут образованы фаски (2). Они поменяют цвет на красный.

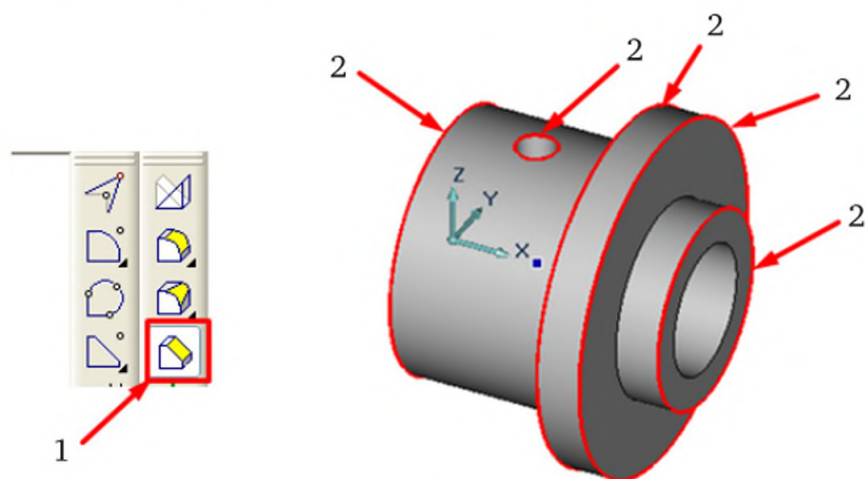


Рис. УЭ6.19

После нажатия средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc** на экране появится окно **Введите данные**. Так как согласно чертежу все фаски равносторонние и под углом 45° , то заполним только поле **Фаска 1 =**, численное значение для всех фасок — 1 мм. После нажатия на кнопку **ОК** или клавиши **Enter** на модели на указанных ребрах образуются фаски указанного размера (рис. УЭ6.20).

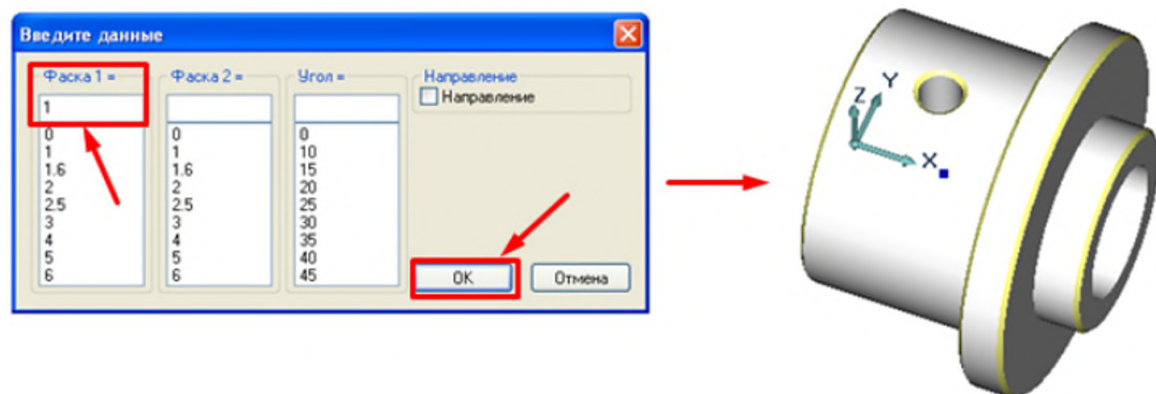



Рис. УЭ6.20

Для образования скруглений на кромках указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Постоянное скругление**  (1) включить эту команду (рис. УЭ6.21). В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить ребра, на которых будут образованы скругления (2). Они поменяют цвет на красный.

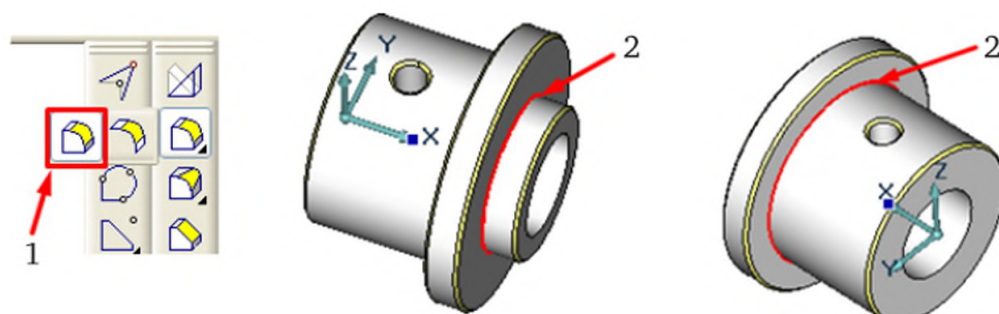


Рис. УЭ6.21

После выделения ребер и нажатия средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc** появится окно для ввода радиуса скругления (1), а в строке состояния на синем фоне появится запрос **Введите число** (2) (рис. УЭ6.22).

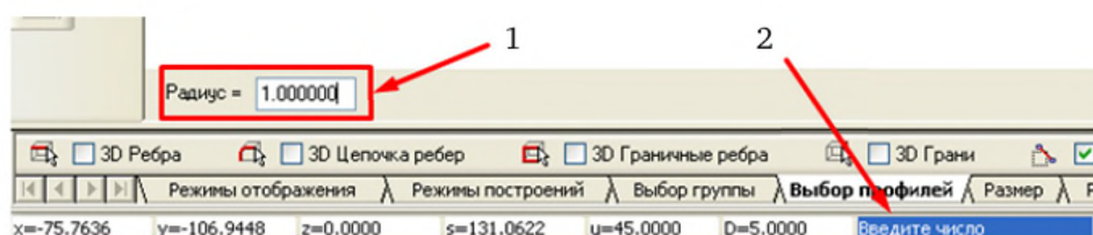


Рис. УЭ6.22

Ввести с клавиатуры в поле **Радиус =** значение **1**. После нажатия на кнопку **ОК** или клавиши **Enter** на модели на указанных ребрах образуются скругления указанного радиуса.

Шаг 7. Сохранение объемной модели.

Для сохранения выполненной разработки под новым именем подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши» и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2). Откроется окно **Сохранить как**, в нем создать новую или открыть нужную папку (3), ввести имя файла в поле **Имя файла** (4) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по команде **Сохранить** (5) (рис. УЭ6.23). Выполненная разработка (6) будет сохранена в указанной папке.

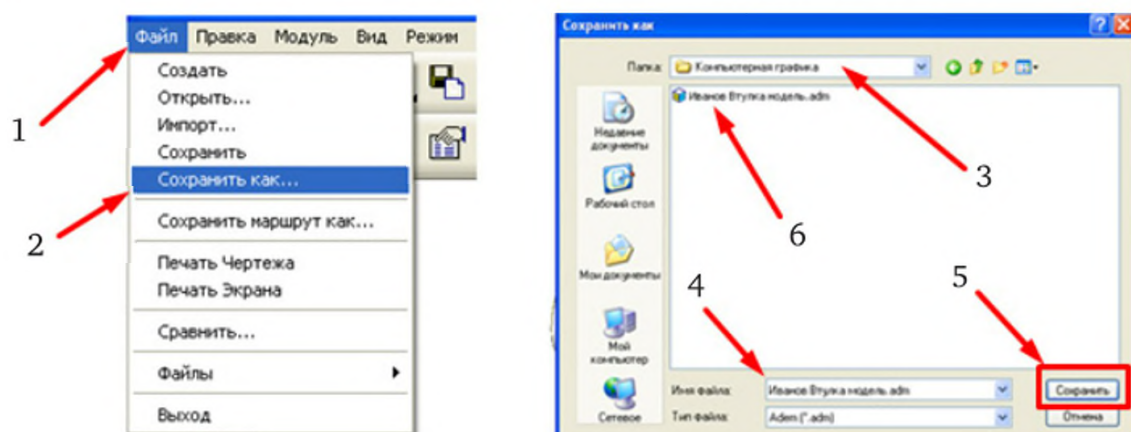



Рис. УЭ6.23

Шаг 8. Получение чертежного вида.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  (1) на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля. В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды** (2), отпустить левую кнопку «мыши» (см. рис. 5.3 в разд. 5).

2. Появится диалоговое окно **Получение видов**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки отметить флажком окошко вид **Сверху** (1) (рис. УЭ6.24). Нажать кнопку **ОК** (2) или клавишу **Enter** на клавиатуре.

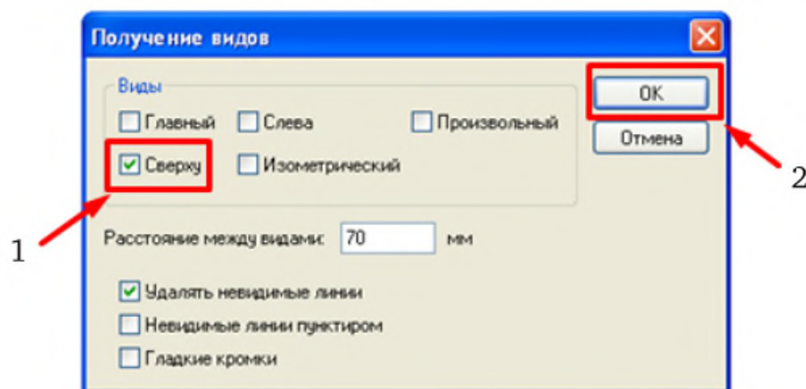



Рис. УЭ6.24

3. Указать курсором, где на рабочей плоскости будет располагаться построенный чертеж, щелкнуть левой кнопкой «мыши». На рабочем поле останутся объемная модель и чертежный вид сверху (см. рис. УЭ6.6).

Шаг 9. Выполнение разреза.

Для выполнения разреза указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  (1) на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля (рис. УЭ6.25). В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Разрез ступенчатый** (2), отпустить левую кнопку «мыши». В появившемся окне **Вид для отрисовки** поле **Обозначение** (3) оставить незаполненным, нажать кнопку **ОК**. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Плоский вид?**.

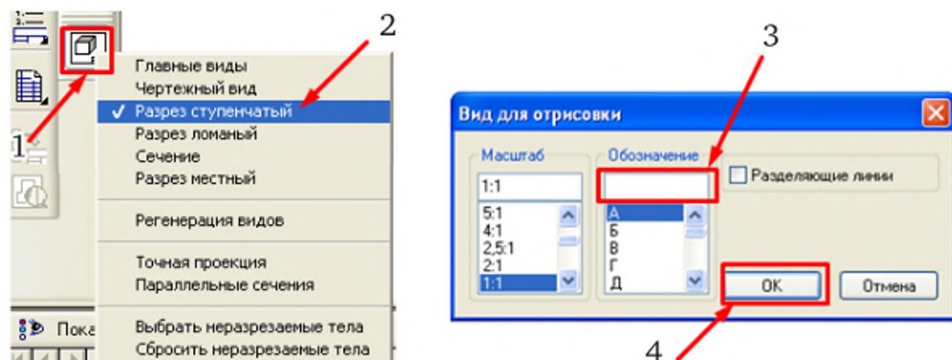


Рис. УЭ6.25

Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на чертежный вид сверху, контур этого вида изменит черный цвет на оранжевый (рис. УЭ6.26), а в нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Линия разреза**. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» на чертежном виде сверху начало линии разреза (1) и конечную точку (2). Нажать среднюю кнопку «мыши», на экране появится контур разреза. Указанием курсора установить изображение контура разреза в нужное место и щелкнуть левой кнопкой «мыши», изображение разреза примет вид, как на рис. УЭ6.26 справа.

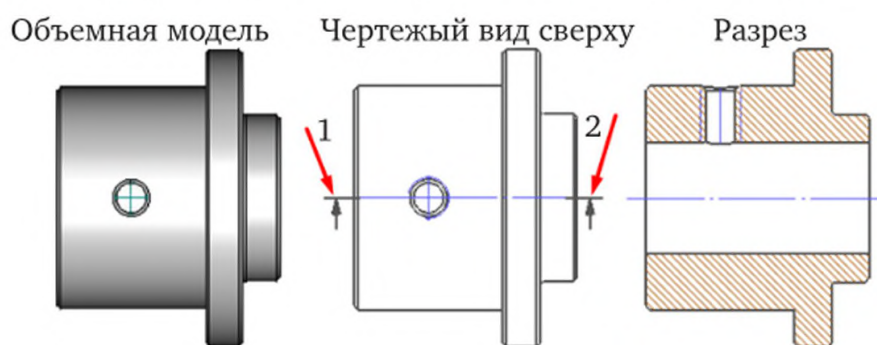



Рис. УЭ6.26

Шаг 10. Загрузка листа формата А4.

1. Для выполнения чертежа детали понадобится только изображение разреза, остальные построения можно удалить. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, нажатием левой кнопки «мыши» открыть список с видами выделений (рис. УЭ6.27). Удерживая левую кнопку «мыши», перевести курсор на строку списка **2D и 3D**, она поменяет фон на синий цвет (2), отпустить левую кнопку «мыши». Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить объемную модель и чертежный вид сверху, выбранные объекты окрасятся в красный цвет.

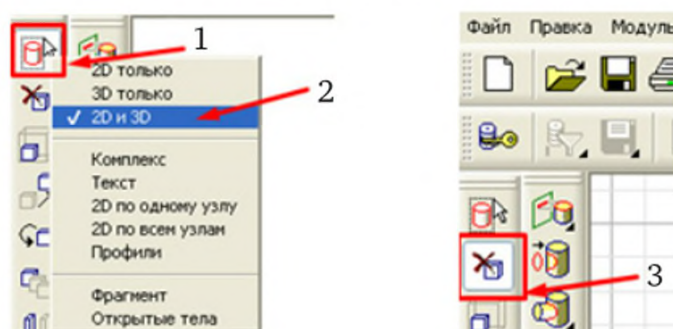


Рис. УЭ6.27

2. Нажать кнопку **Удалить**  (3), выбранные элементы будут удалены. В области построений останется изображение разреза.

3. Для установки нужного формата с шаблоном основной надписи подвести курсор к пункту системного меню **Режим** (1) (рис. УЭ6.28). Из выпадающего меню перемещением курсора и щелчком левой

кнопки «мыши» выделить строку **Формат листа** (2). В открывшемся окне **Формат листа** указанием курсора на стрелку поля **Размер** и щелчком левой кнопки «мыши» открыть выпадающий перечень форматов (3) и указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» выделить формат **A4** (4). В блоке **Дополнительно** отметить **Загрузить первый лист** (5), определить направление формата **Вертикальный** (6), зафиксировать выбранное нажатием кнопки **ОК** (7).

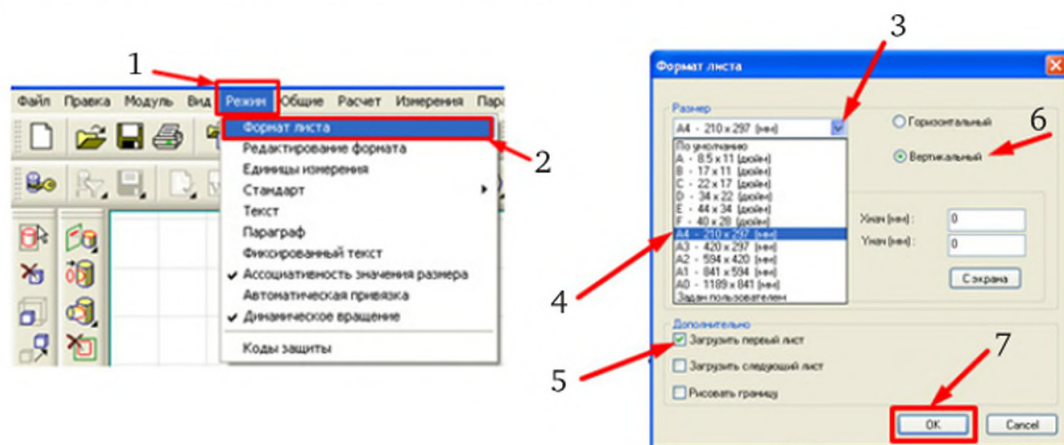




Рис. УЭ6.28

На экране появится изображение вертикального формата A4 размером 210 × 297 мм по ГОСТ 2.301—68 с основной надписью.

4. Для переноса изображения разреза в центр формата нажать кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать строку **2D только**, переводом курсора на изображение разреза и нажатием левой кнопки «мыши» выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет. Нажать и удерживать кнопку **Перенос**  (1), выбрать курсором строку **Перенос** (2) в дополнительном меню, отпустить левую кнопку «мыши» (рис. УЭ6.29).

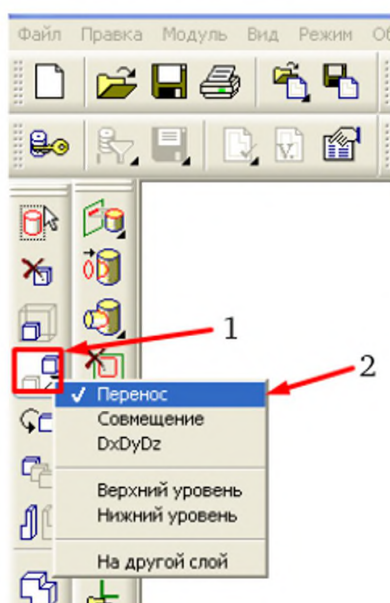


Рис. УЭ6.29

5. Выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши контур разреза, линии окрасятся в малиновый цвет, зафиксировать выделение контура нажатием средней кнопки мыши. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» обозначить **Исходную точку** на элементе (указанием курсора на нее будет выполняться перенос изображения). Указанием курсора в **Исходную точку** перенести изображение разреза в центр формата А4 и щелчком левой кнопки «мыши» зафиксировать это положение (см. рис. УЭ6.8).


Для снятия выделения перемещенного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

Шаг 11. Заполнение основной надписи.

Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства** (см. УЭ 2). В закладке **Общие** заполняются сведения об изделии и фамилии разработчика и проверяющих лиц, занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК**. Сведения о материале детали и виде заготовки выбираются в закладке **Материалы** и заносятся в основную надпись. Сведения об организации заносятся в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации** (см. рис. УЭ2.5).

Заполненная основная надпись показана на рис. УЭ6.9.

Шаг 12. Оформление чертежного вида.

1. Обозначение шероховатости поверхности. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Обозначение шероховатости**  (1) (рис. УЭ6.30) запустить процедуру простановки обозначения шероховатости поверхности. На экране появится диалог **Обозначение шероховатости**. Для простановки обозначения шероховатости на внутренней поверхности втулки выделить значок обработки с удалением слоя материала (2), в поле **G** ввести значение **Ra 1.25** (3), зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (4). Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» положение значка на чертежном виде (5).

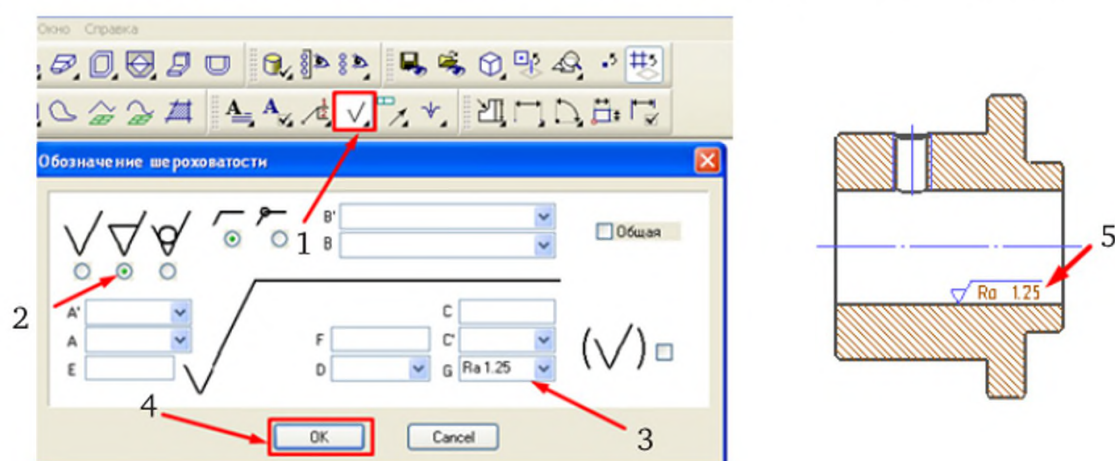


Рис. УЭ6.30

Для простановки обозначения шероховатости, общей для остальных поверхностей, снова запустить процедуру простановки обозначения шероховатости поверхности (1). На экране появится диалог **Обо-**

значение шероховатости. Выделить значок, который обозначает, что способ обработки поверхностей конструктор не устанавливает (2). Выделить значок **Остальные поверхности** (3) и поставить «птичку» в поле **Общая** (4). В поле **G** ввести значение **Ra 6.3** (5), зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (6). В правом верхнем углу формата появится значок шероховатости (7), общей для остальных поверхностей (рис. УЭ6.31).

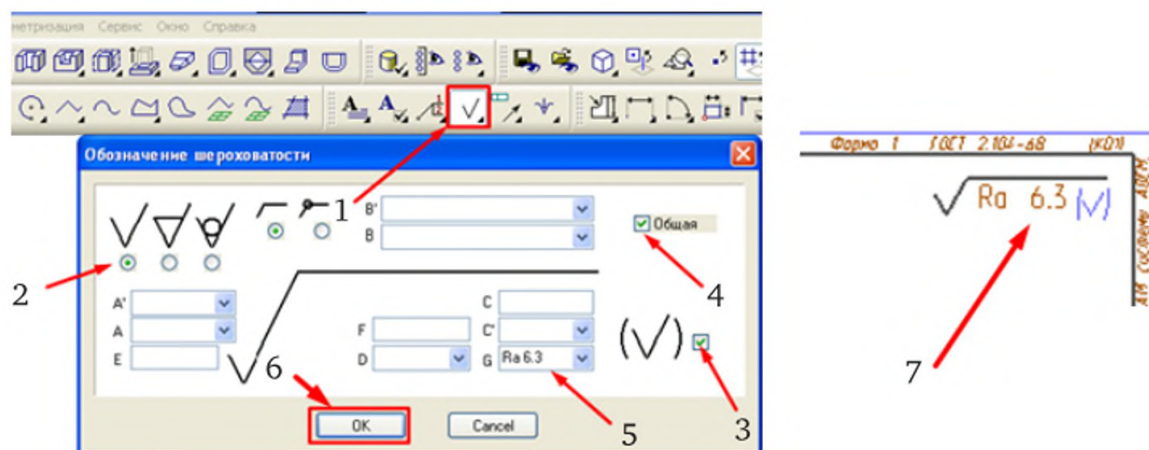


Рис. УЭ6.31

2. Простановка размеров. Указанием курсора на кнопку **Авто-размер** (1) и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размеров. Для простановки размера внутреннего диаметра втулки в результате указания курсором и щелчков левой кнопкой «мыши» по контуру 2 и 3 расположения размерной стрелки (4) откроется окно **Редактирование размера** (рис. УЭ6.32). При установке значка обозначения диаметра **D** (5) в поле **Размер** появится численное значение внутреннего диаметра втулки **30** (6), для выбора качества (7) нажать кнопку **Квалитет** и в появившейся таблице выбрать его значение **H7**, для размещения обозначения размера нажать на кнопку **Автопозиционирование** (8). Зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (9). На чертежном виде появится обозначение размера внутреннего диаметра втулки.

Аналогичным образом проставить остальные размеры на чертежном виде, при необходимости обратиться к разд. 6.

Результат показан на рис. УЭ6.11.

3. Разработка технических требований (ТТ). Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Технические требования** (1) на вертикальной панели слева от рабочего поля (рис. УЭ6.33).

Появится диалоговое окно **Технические требования** (рис. УЭ6.34). Для ввода ТТ с клавиатуры нажать кнопку 1, появится окно **Требование**, в котором с клавиатуры набрать текст ТТ (2) и нажать кнопку **ОК** (3), текст перенесется в окно **Технические требования**.

Подобным образом оформить все пункты требований, п.п. 4 выбрать из базы данных, которая открывается нажатием кнопки 4. После завер-

шения формирования перечня ТТ нажать кнопку **ОК** (5) для переноса ТТ на формат.

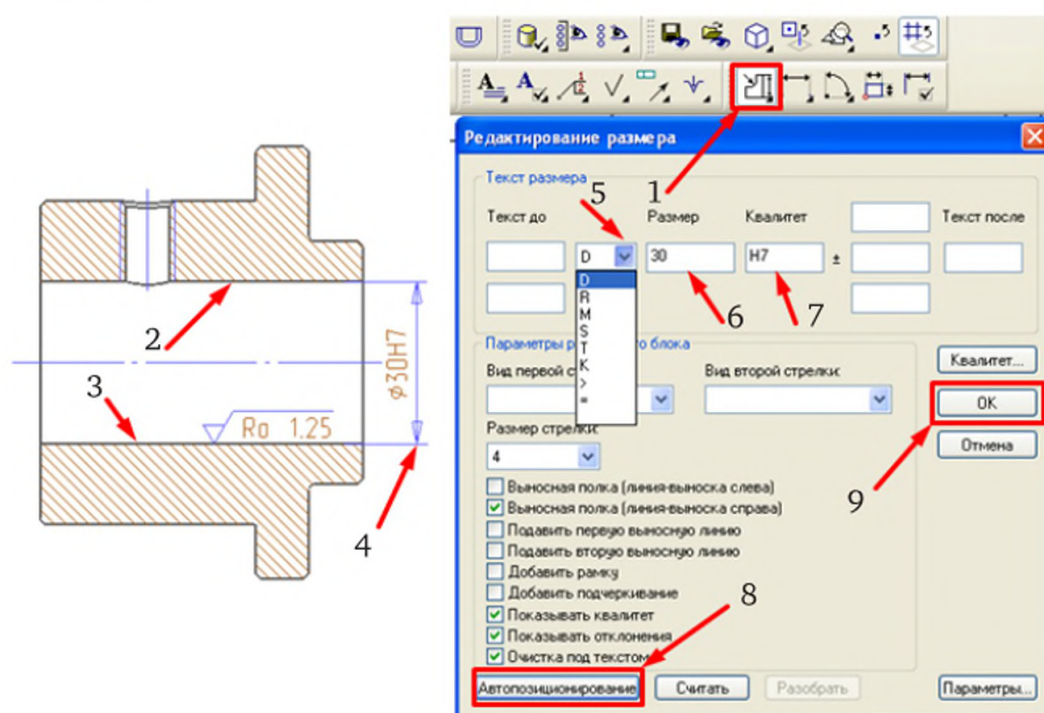


Рис. УЭ6.32

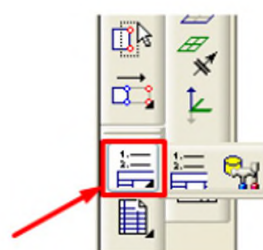


Рис. УЭ6.33

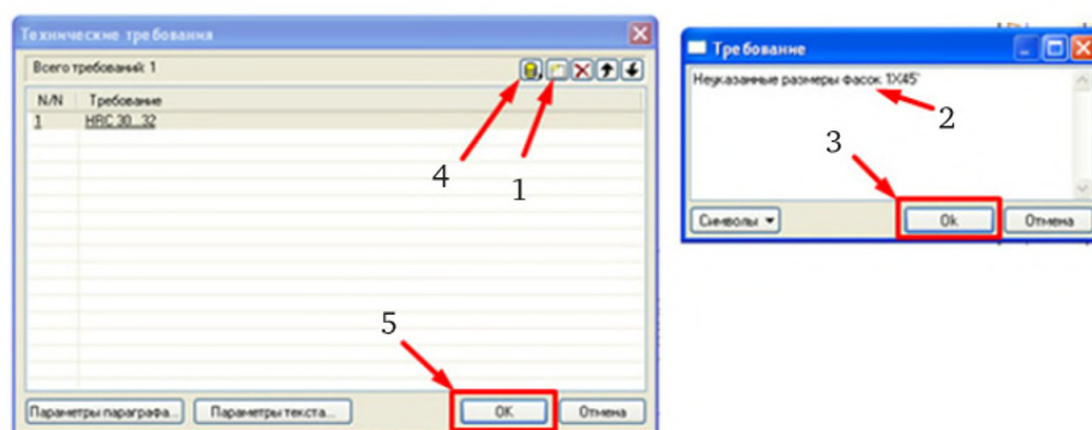


Рис. УЭ6.34

После выполнения всех операций, разработка примет вид, соответствующий требованиям ЕСКД к конструкторской документации (см. рис. УЭ6.11).

Шаг 13. Сохранение разработанного чертежа.

Для сохранения выполненной разработки под новым именем использовать пункт меню **Файл — Сохранить как...**, в окне **Сохранить как** создать новую или открыть нужную папку (1), ввести имя файла в поле **Имя файла** (2) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (3). Выполненная разработка (4) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ6.35).

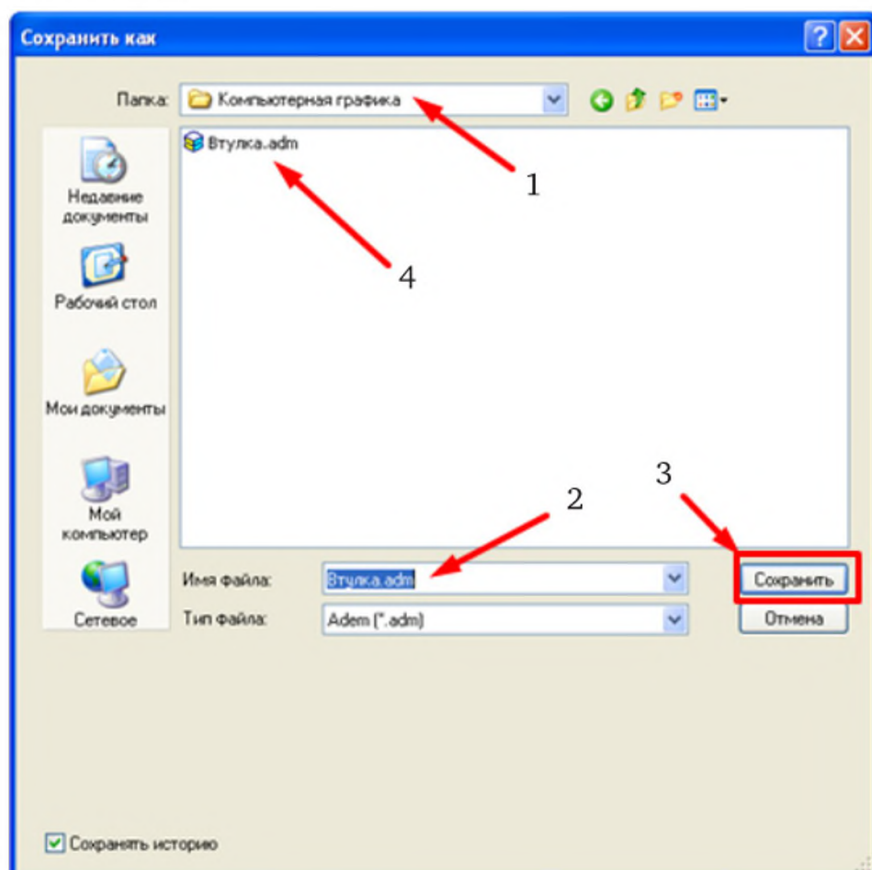


Рис. УЭ6.35

Шаг 14. Распечатка выполненного чертежа.

1. Для распечатки выполненной разработки подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши», не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Печать Чертежа** (2), если изображение выполнено в 2D-формате. Для распечатки изображения объемной модели выделить команду **Печать Экрана** (рис. УЭ6.36).

2. Откроется окно **ADEM Print** (рис. УЭ6.37), указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» активировать поля **Формат** (1) и **На весь лист** (2), щелкнуть левой кнопки «мыши» по кнопке **Просмотр** (3).

3. Откроется окно **Просмотр** (рис. УЭ6.38) с видом документа для печати, если он соответствует требованиям, щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Печать** документ отправляется на принтер для печати. Если вид документа не соответствует заданию, то подается команда **Отмена**.

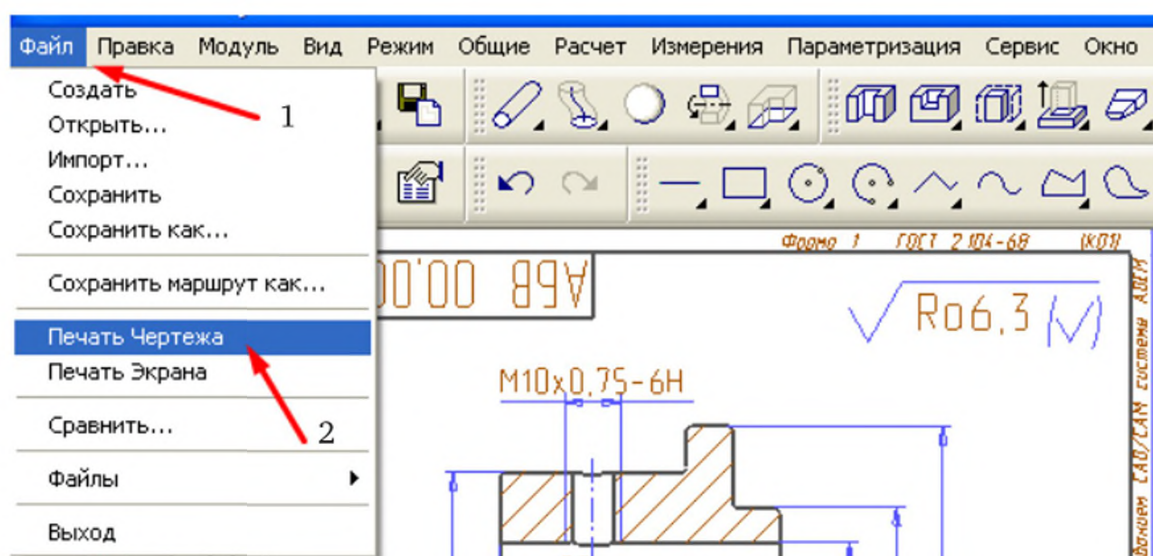


Рис. УЭ6.36

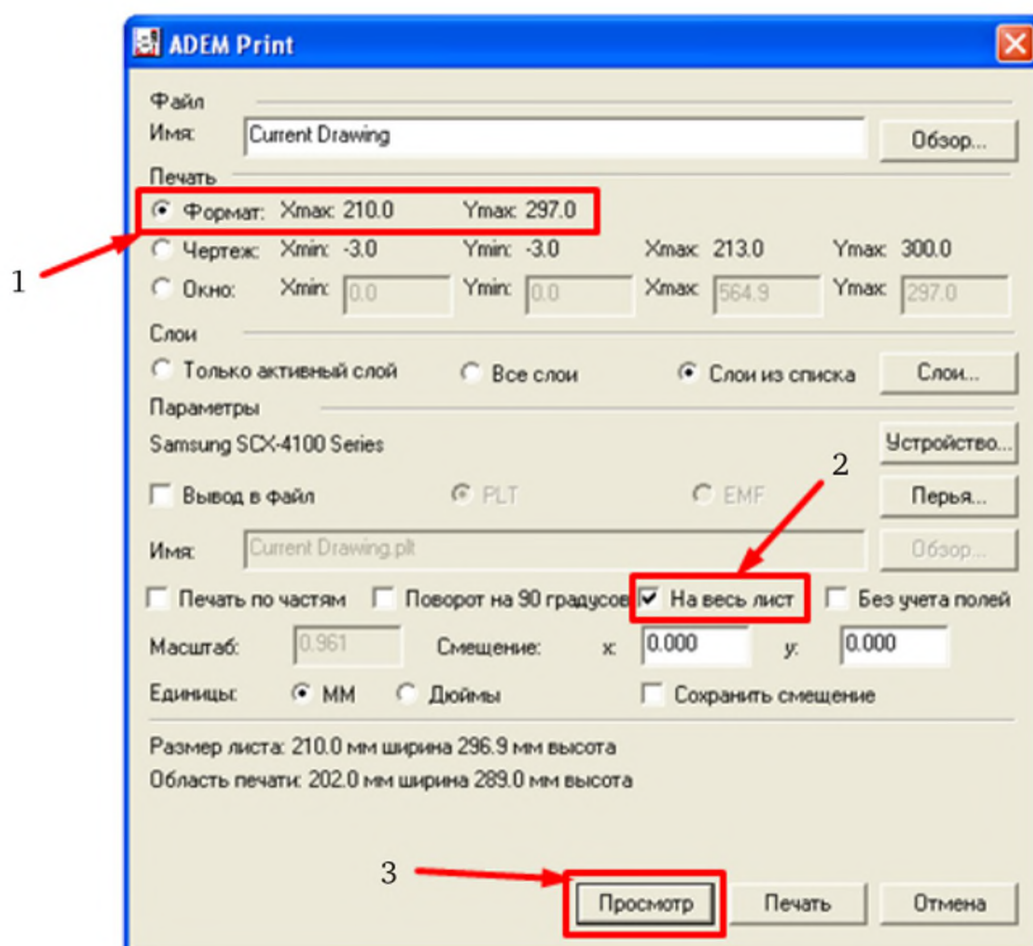


Рис. УЭ6.37

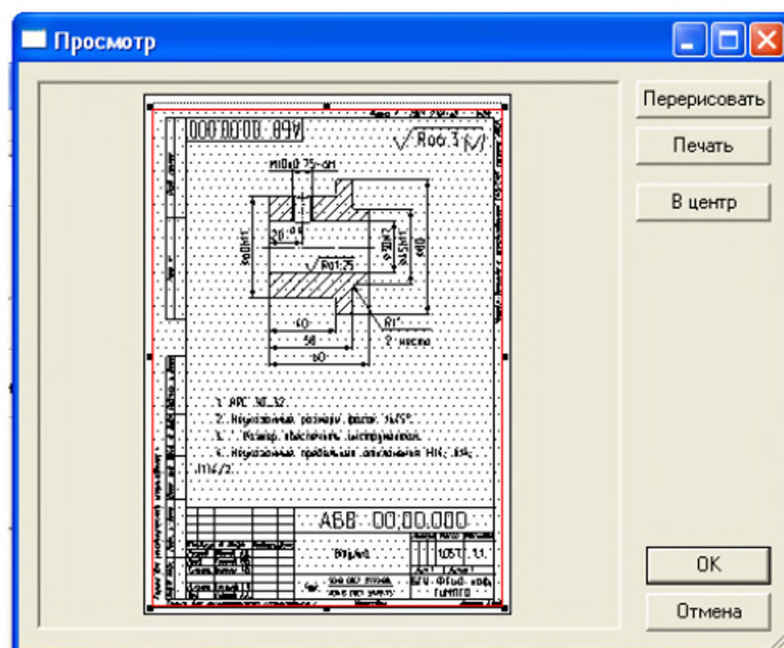


Рис. УЭ6.38

Вид распечатанного документа с изображением чертежа детали в формате 2D представлен на рис. УЭ6.39.

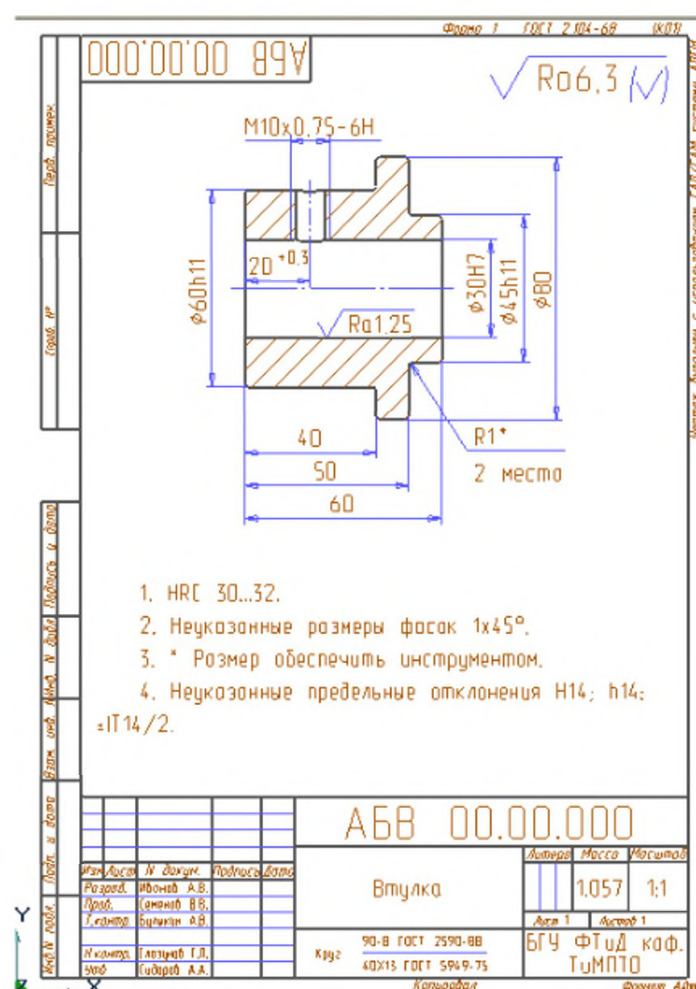


Рис. УЭ6.39

Самостоятельная работа № 4

Задание. Выполнить объемную модель детали тела вращения по приведенному эскизу, разработать чертеж детали способом компьютерного инжиниринга и оформить его в соответствии с требованиями ЕСКД. Формат листа А3, масштаб 1 : 1. На формате с чертежными видами поместить изометрическое изображение детали (рис. УЭ6.40). Точность резьбовых поверхностей по 7-му качеству, шероховатость поверхности резьбы по Ra не более 3,2 мкм. Остальные поверхности по 10-му качеству точности, шероховатость Ra 6,3 мкм. Материал детали — сталь легированная конструкционная 20Г (ГОСТ 4543—71), заготовка — прокат.

Пример выполнения задания

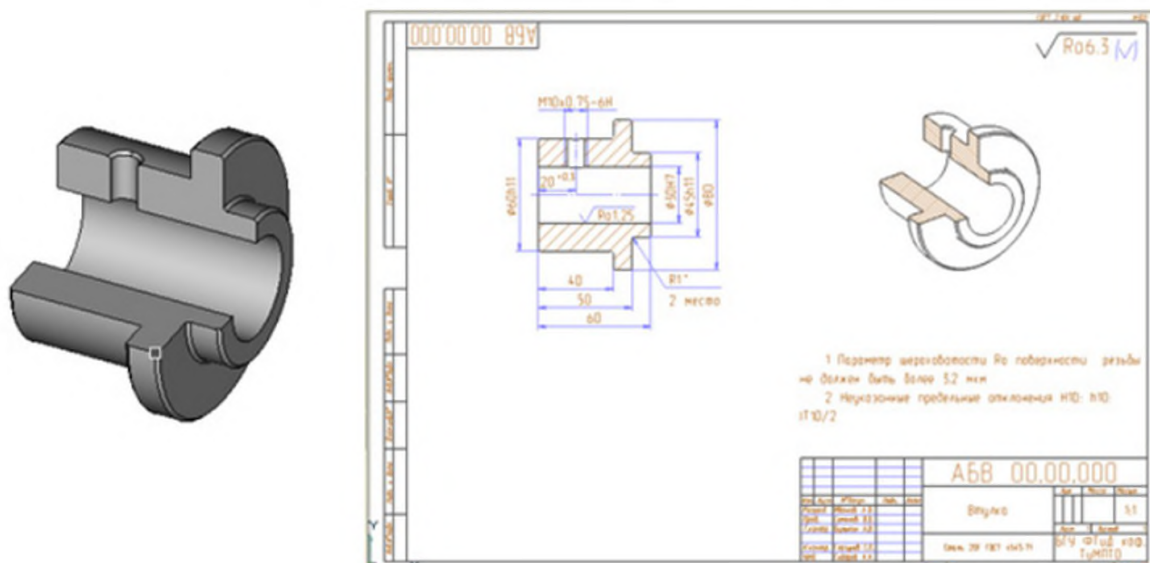
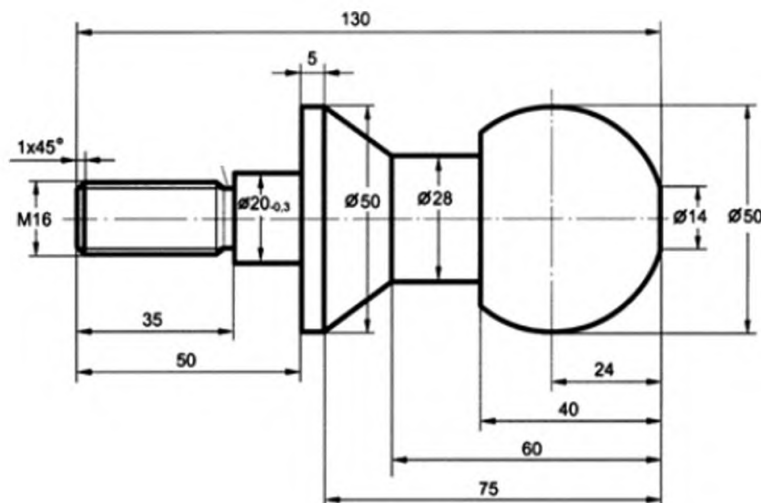


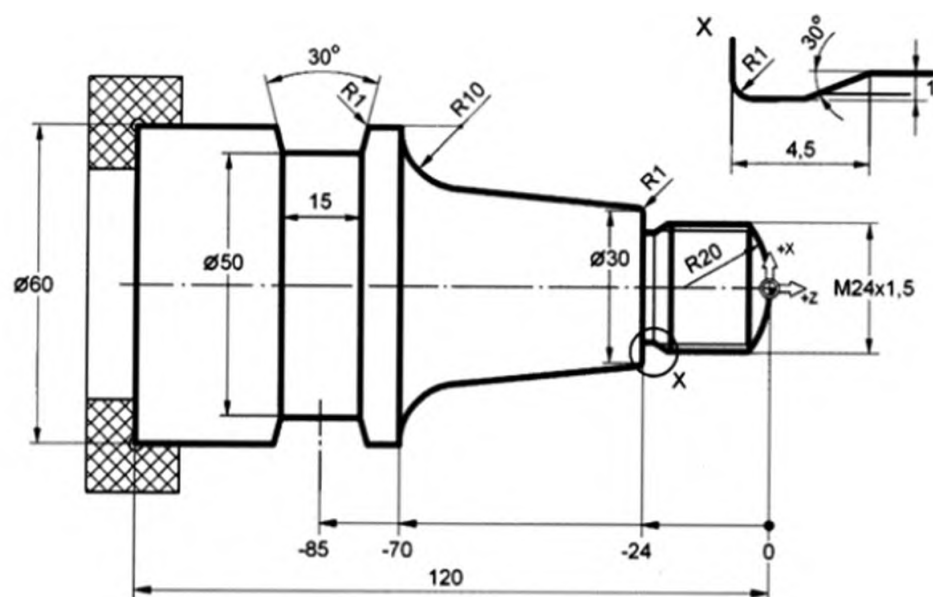
Рис. УЭ6.40

Варианты заданий

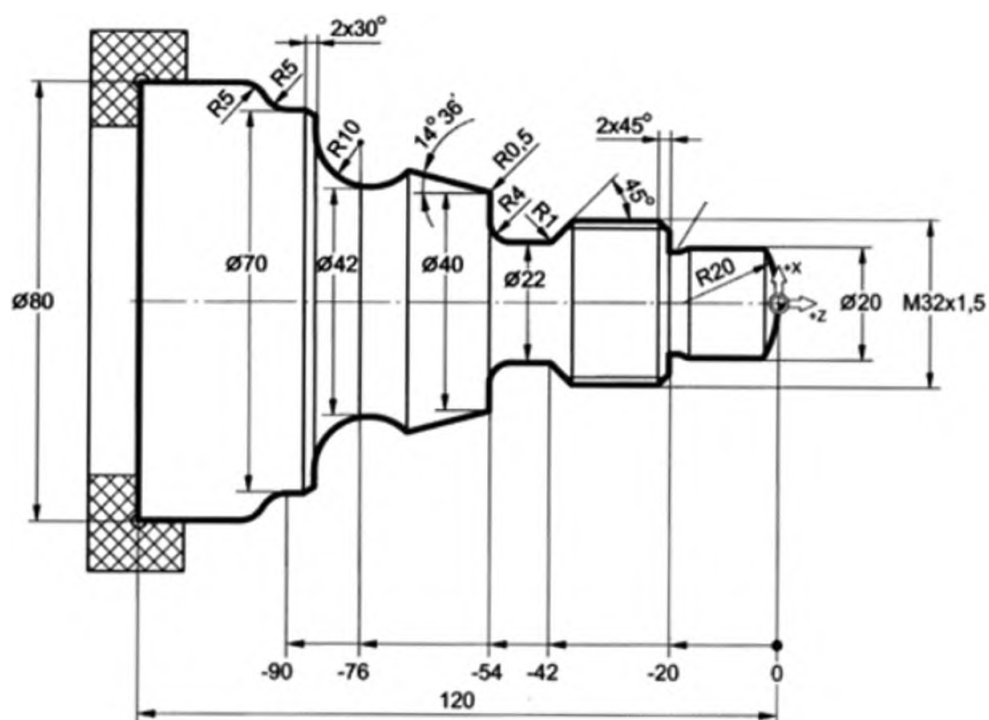
1.



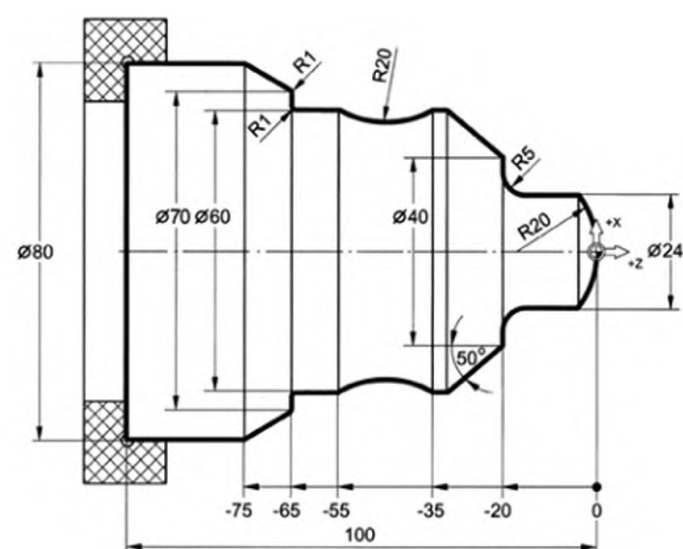
2.



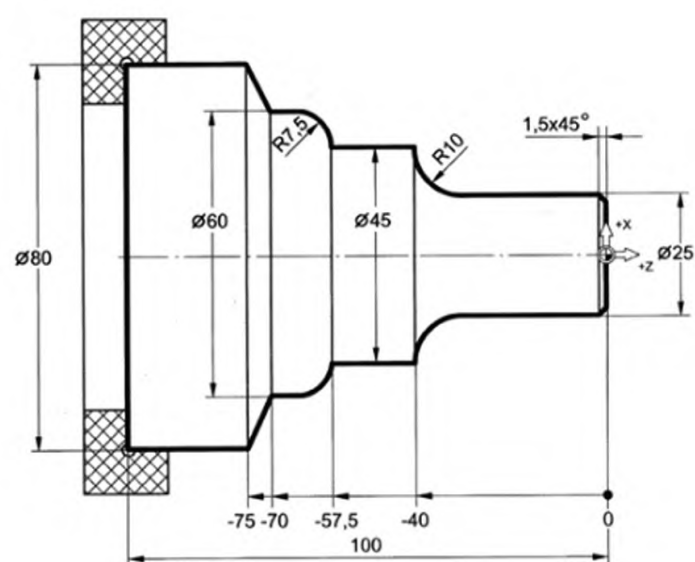
3.



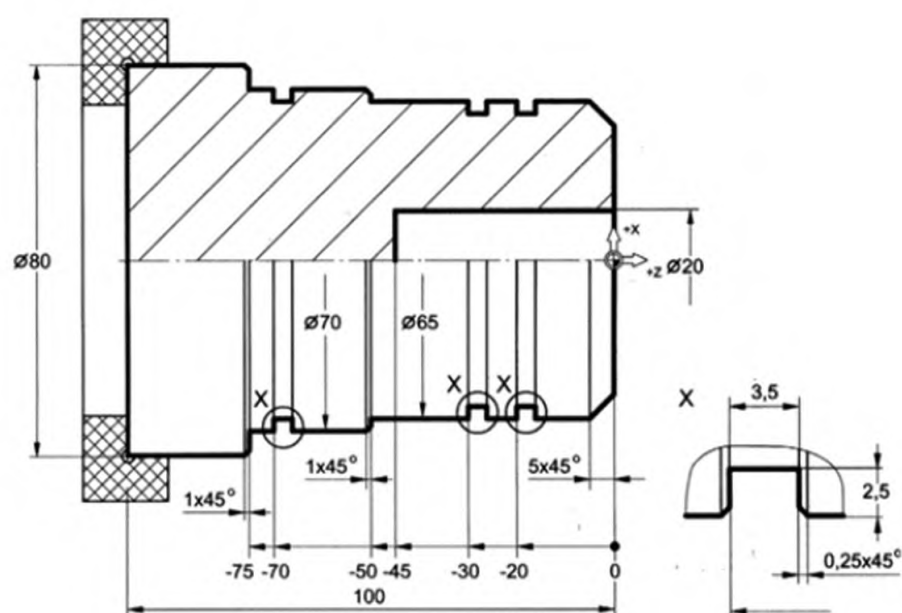
4.



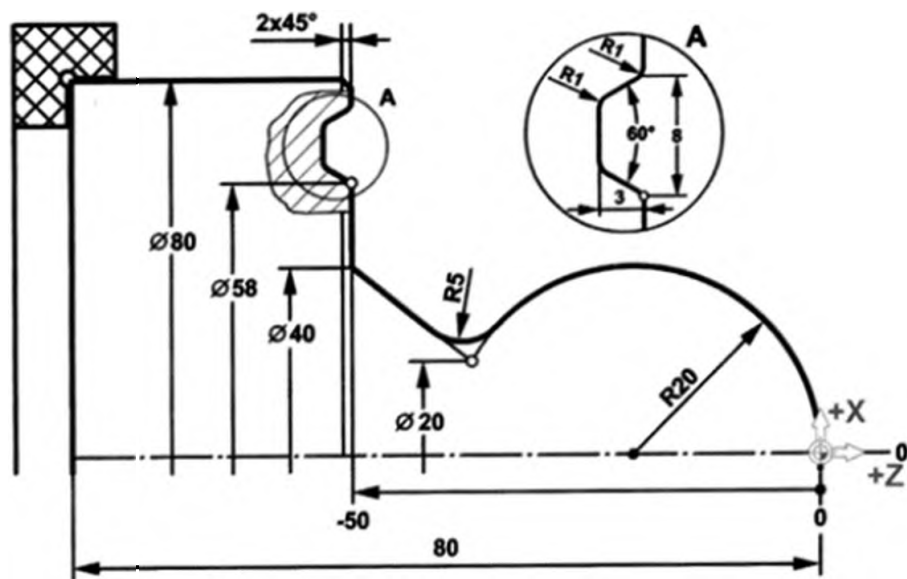
5.



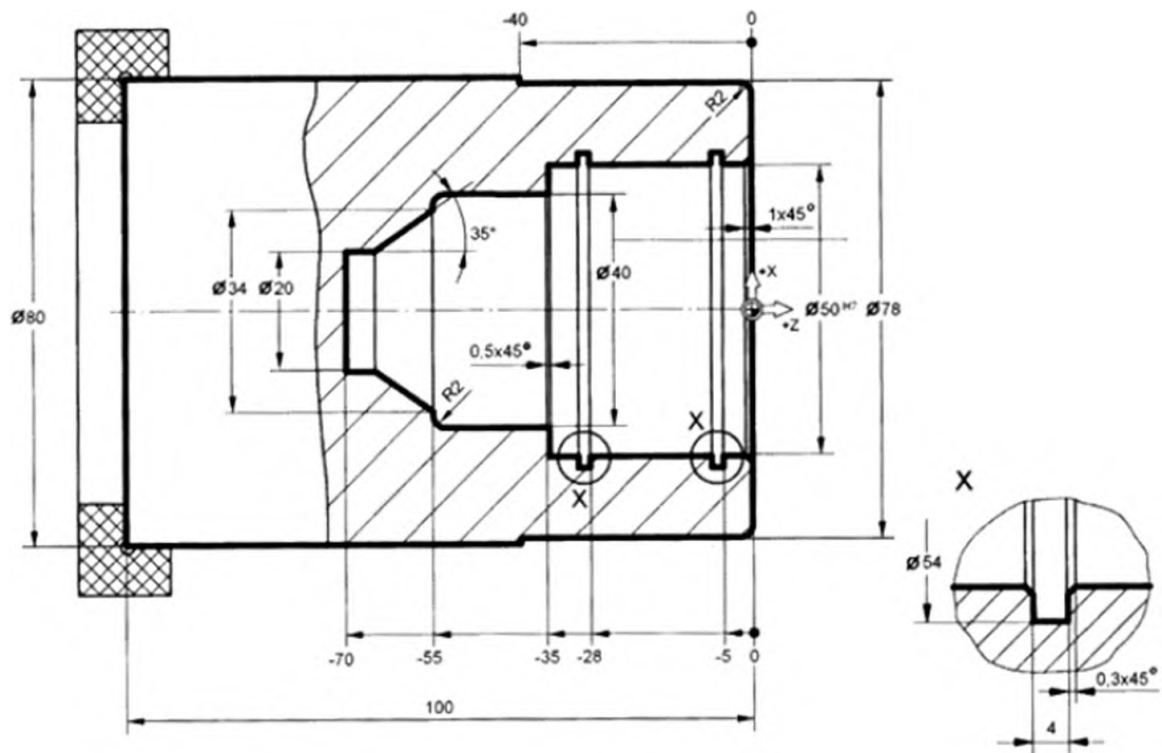
6.



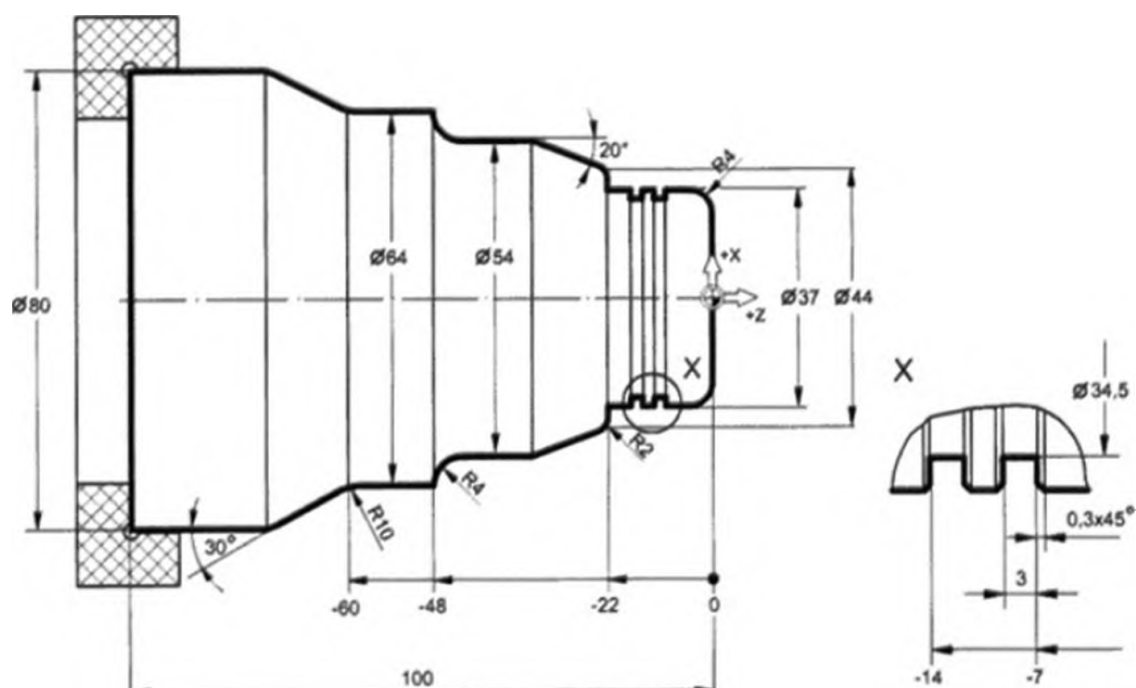
7.



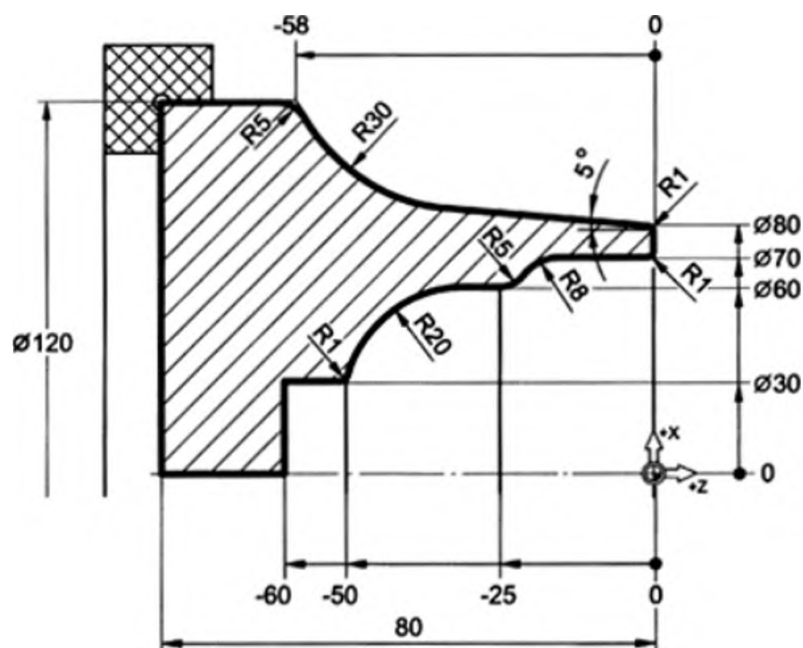
8.



9.



10.



Учебный элемент УЭ 7

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Разработка конструкторской документации корпусной детали.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы получите практические навыки разработки конструкторской документации для корпусных деталей в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.

4. УЭ 3. Точные перемещения.

5. УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры.

6. УЭ 5. Получение чертежных проекций с 3D-модели.

7. УЭ 6. Разработка конструкторской документации детали тела вращения «втулка».

Задание. Выполнить объемную модель корпусной детали, состоящей из основания со сквозным отверстием и цилиндрической бонки с прямоугольным пазом по приведенному эскизу (рис. УЭ7.1), разработать чертеж детали способом компьютерного инжиниринга и оформить его в соответствии с требованиями ЕСКД. Формат листа А4. Масштаб построений 1 : 1. Диаметр цилиндрической бонки — 40h7, размер сквозного отверстия по боковым сторонам — 30H7. Боковые поверхности сквозного отверстия и поверхность основания — шероховатость Ra 3,2 мкм, остальные поверхности — шероховатость Ra 6,3 мкм. Материал детали СЧ 12-28 (ГОСТ 1412—85).

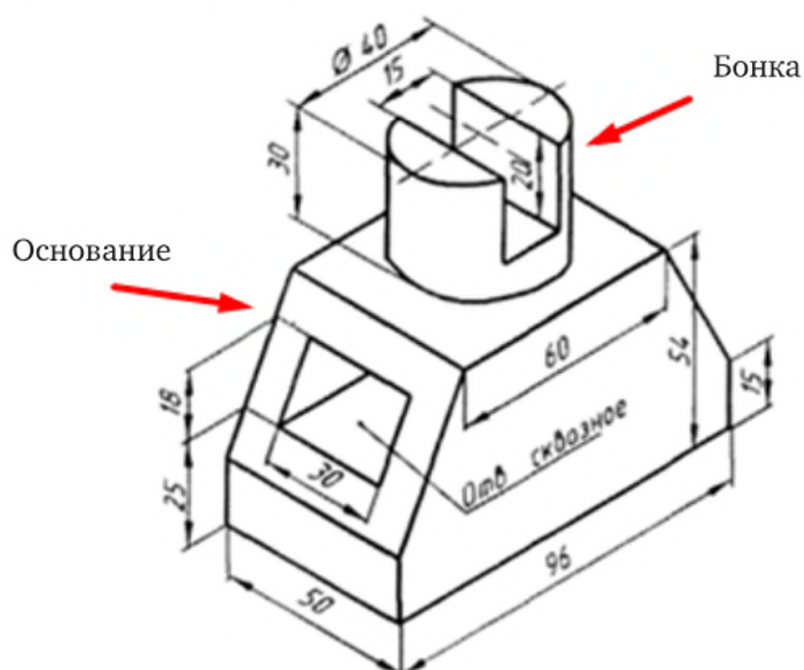


Рис. УЭ7.1

Шаг 1. Установка параметров проектирования.

Открытие модуля ADEM CAD. Задание выполняется в конструкторском модуле, при запуске системы по умолчанию открывается именно он. В других случаях модуль **ADEM CAD** открывается через пункт меню **Модуль** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.1).

Создание новой разработки. Проектирование начинается с выбора пунктов меню **Файл** — **Создать** (см. УЭ 1, рис. УЭ1.5).

Выбор формата листа. В соответствии с заданием проектирование выполняется на формате А4 (210 × 297 мм). Формат выбирается через пункт меню **Режим** и подпункт **Формат листа** (см. рис. УЭ1.6, УЭ1.7). Для построения объемной модели устанавливается обрисовка границ формата.

Единицы измерения. При открытии системы, по умолчанию, **Линейные единицы** — миллиметры, **Точность** — 2, **Угловые единицы** — градусы десятичные. Эти параметры соответствуют требованиям для выполнения задания.

Стандарт проектирования. При открытии системы, по умолчанию, используется стандарт **ЕСКД Машиностроение**. Этот стандарт соответствует требованиям для выполнения задания.

Масштаб построений. При открытии системы, по умолчанию, масштаб построений равен 1 : 1, что соответствует требованиям для выполнения задания.

Шаг курсора. При открытии системы, по умолчанию, шаг курсора соответствует 5 мм. Оставляем это значение для построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага курсора выполняется нажатием клавиши **D** и вводом нового значения.

Шаг сетки. При открытии системы, по умолчанию, шаг опорной сетки соответствует 10 мм. Оставляем это значение для дальнейших построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага опорной сетки выполняется нажатием клавиши **G** и вводом нового значения.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана, в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши текст **Сетка** (см. рис. УЭ1.3).

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.3). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка**.

Основные параметры проектирования установлены, можно приступать непосредственно к выполнению задания.

Алгоритм реализации проекта выглядит следующим образом:

— определение опорных точек профиля для создания объемной модели основания смещением профиля на заданную высоту (рис. УЭ7.2);

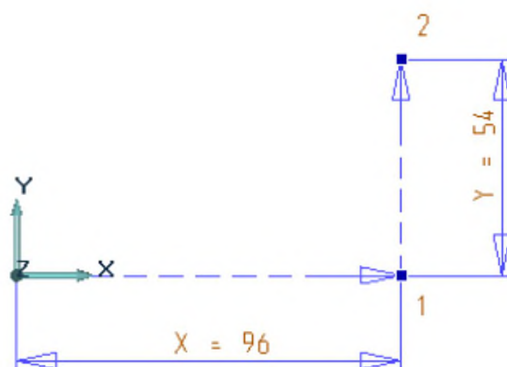


Рис. УЭ7.2

— построение профиля основания для последующего редактирования (рис. УЭ7.3);

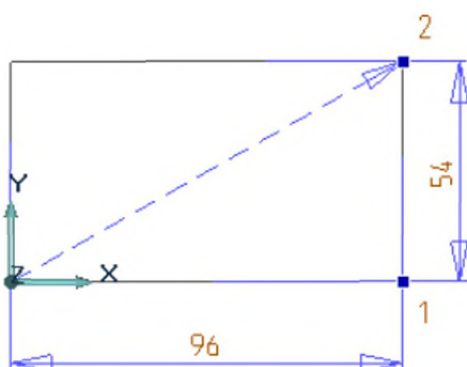


Рис. УЭ7.3

— редактирование профиля основания — получение боковых скосов (рис. УЭ7.4);

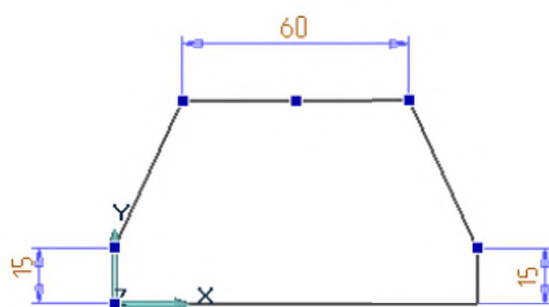


Рис. УЭ7.4

— получение объемной модели основания смещением профиля на заданную высоту с помощью команды **Смещение** (рис. УЭ7.5);

— воспроизведение направляющей, для построения цилиндрической бонки;

— создание цилиндрической бонки с помощью команды **Проволока** (рис. УЭ7.6);

— выполнение булевой операции **Объединение**;

— редактирование объемной модели — получение паза в бонке с помощью команды **Сквозное отверстие** (рис. УЭ7.7);

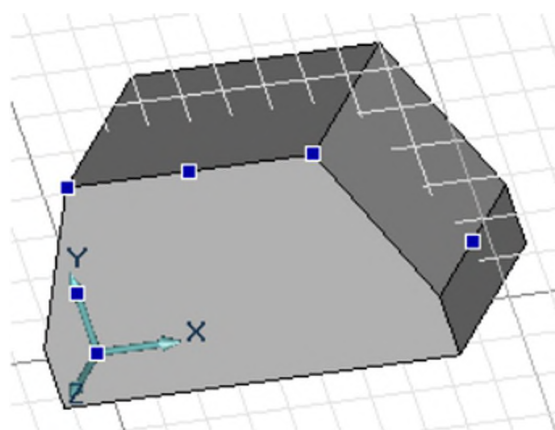


Рис. УЭ7.5

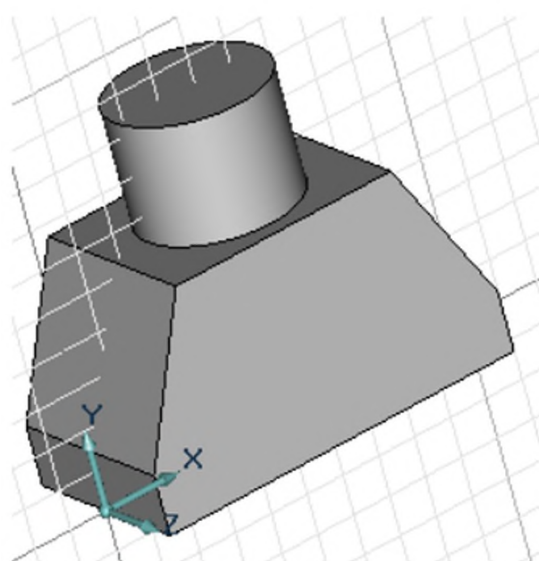


Рис. УЭ7.6

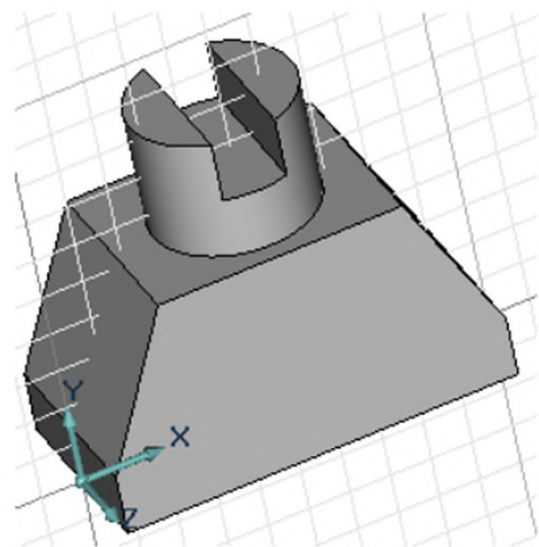


Рис. УЭ7.7

— редактирование объемной модели — получение сквозного отверстия в основании с помощью команды **Сквозное отверстие** (рис. УЭ7.8);

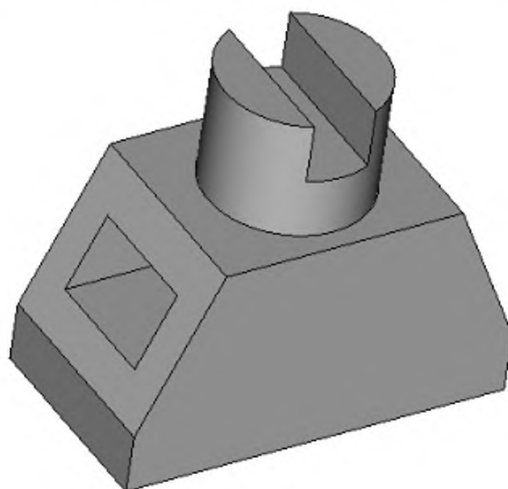


Рис. УЭ7.8

— сохранение объемной модели в отдельном файле;
— поворот объемной модели в плоскости YX для получения чертежных видов;
— получение чертежных видов с объемной модели с помощью команды **Создание чертежных видов с 3D модели** (рис. УЭ7.9);

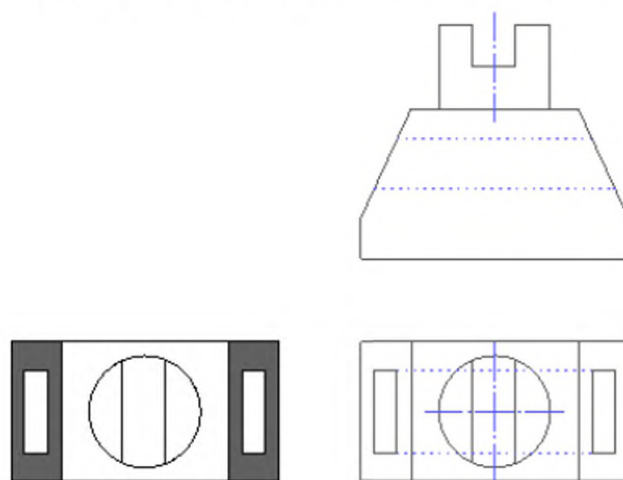
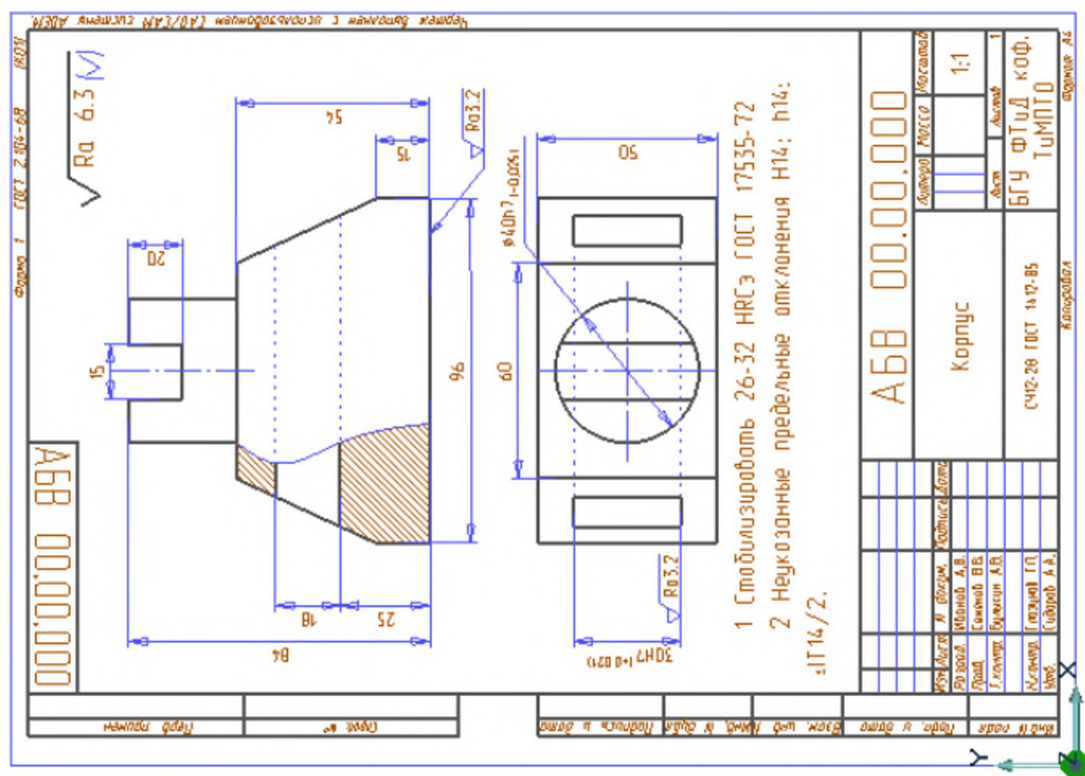
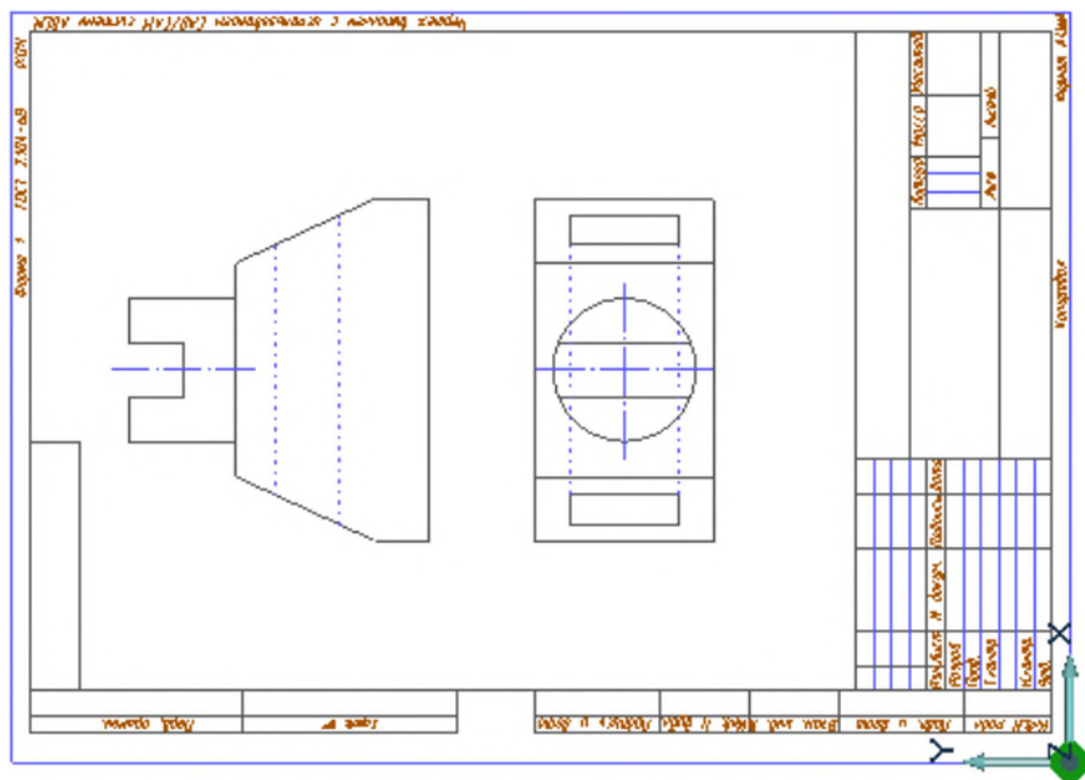


Рис. УЭ7.9

— загрузка первого листа формата А4 с основной надписью;
— удаление сохраненной ранее объемной модели и перенос чертежного вида с разрезом на формат (рис. УЭ7.10);
— выполнение местного разреза на главном чертежном виде (рис. УЭ7.11);
— заполнение основной надписи (см. рис. УЭ7.11);
— оформление чертежных видов детали — размеры, шероховатость, технические требования (см. рис. УЭ7.11);
— сохранение разработанного чертежа в отдельном файле;
— распечатка разработанного чертежа (при необходимости).




Шаг 2. Определение и простановка опорных точек профиля основания.

Профилем для получения модели основания является прямоугольник со сторонами 96×54 мм. За начало относительной системы координат принимается левый нижний угол прямоугольника. В этом случае координаты точки 1 $X = 96$ мм, $Y = 0$, а координаты точки 2 $X = 96$ мм, $Y = 54$ мм.

Для простановки опорных точек способом точных построений — заданием координат с клавиатуры, установить курсор в центр формата А4 и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат X и Y . Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре. Для обозначения каждой точки выполнять следующие действия: X — **численное значение** — **Enter** — N — Y — **численное значение из таблицы** — **Enter** — N . Для точки 1 имеем X — **96** — **Enter** — Y — **0** — **Enter** — N , для точки 2 X — **96** — **Enter** — Y — **54** — **Enter** — N (см. рис. УЭ7.2).

Шаг 3. Построение профиля основания.

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на панели инструментов выбрать команду **Прямоугольник**  (рис. УЭ7.12).

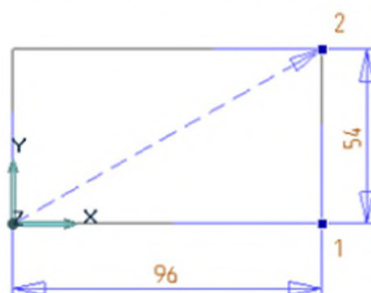
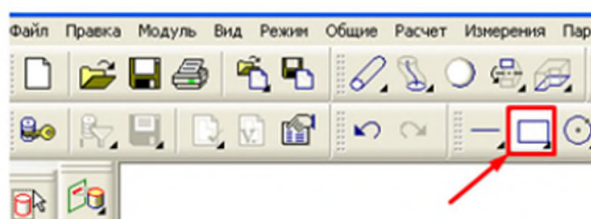



Рис. УЭ7.12

2. Указать курсором и нажатием левой кнопки «мыши» два противоположных угла (начало координат и точка 2) прямоугольника. На формате появится изображение прямоугольника со сторонами 96×54 мм с линиями черного цвета (тип линии — **Основная**) (см. рис. УЭ7.3).

Шаг 4. Редактирование профиля основания.

1. Для образования скосов необходимо выполнить разметку прохождения плоскостей отсечения. Точные перемещения для выполнения разметки выполняются перемещением курсора с заданным шагом. Нажать клавишу **D**, в появившемся внизу поле **Шаг** ввести значение шага курсора 15 мм и нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**. Подвести курсор к одному из нижних углов прямоугольника и однократным нажатием клавиши со стрелкой вверх  передвинуть курсор в точку 1 и нажать клавишу **N** для простановки вспомогательной точки. Аналогичные действия проделать у другого нижнего угла. Для разметки

верхней стороны прямоугольника установить его середину: подвести курсор к одному из верхних углов и нажать клавишу **F9**, перевести курсор на другой угол и повторно нажать клавишу **F9**. Посередине стороны появится вспомогательная точка 2, от которой будем вести разметку точек 3. Подвести курсор к точке 2 и двукратным нажатием клавиши (1 шаг курсора равен 15 мм) со стрелкой перемещения в горизонтальном направлении переместить курсор в точку 3 и нажать клавишу **N** для простановки вспомогательной точки. Аналогичные действия произвести для получения второй точки 3 (рис. УЭ7.13).

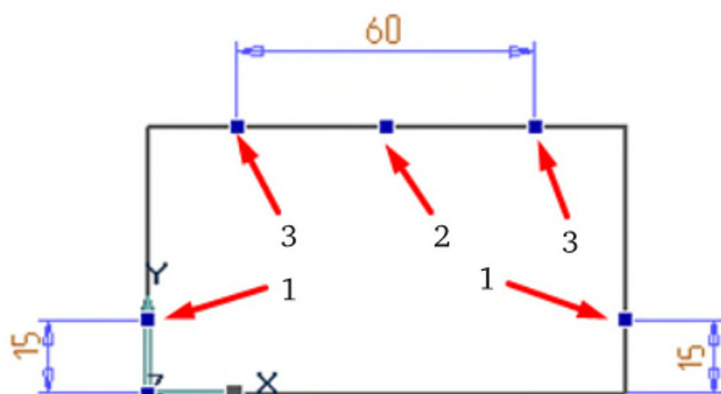





Рис. УЭ7.13

2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» включить команду **Отрезок** . Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по точкам 1—3 соединить их отрезками. С помощью команды **Триммирование**  удалить лишние участки изображения. Результат см. на рис. УЭ7.4.

Шаг 5. Получение объемной модели основания.

1. Нажать кнопку **Смещение**  на горизонтальной панели инструментов в верхней части экрана (рис. УЭ7.14). В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Выберите Профили/Esc**.

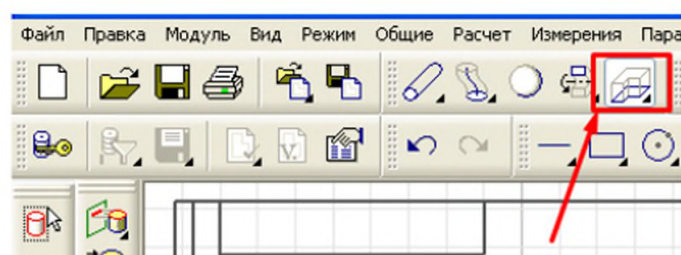


Рис. УЭ7.14

2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» выделить контур прямоугольника, составляющий профиль сечения. Контур подсветится оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Появится окно ввода параметров (рис. УЭ7.15).

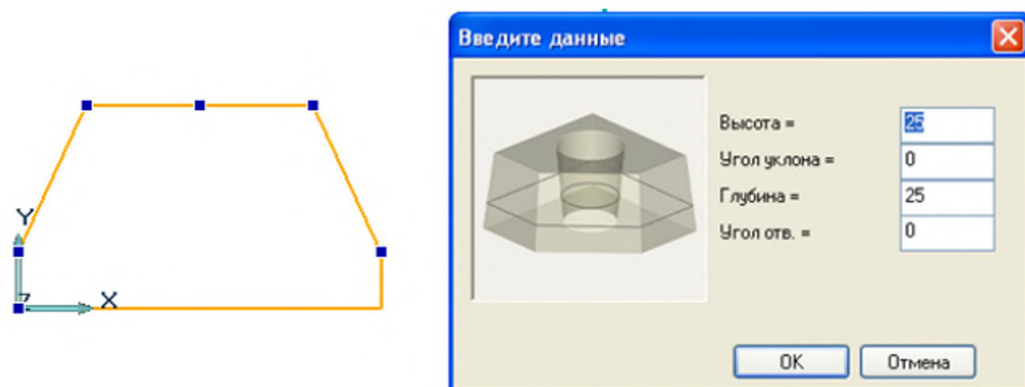


Рис. УЭ7.15

3. Так как ширина основания равна 50 мм, для симметричного расположения модели относительно рабочей плоскости в полях **Высота** и **Глубина** нужно ввести значения 25 мм и нажать кнопку **ОК**. Будет построена объемная модель, изображение которой будет расположено параллельно плоскости экрана (1) (рис. УЭ7.16). Для получения изометрического вида (2) надо нажать кнопку 3, для обратного действия — нажать кнопку 4.

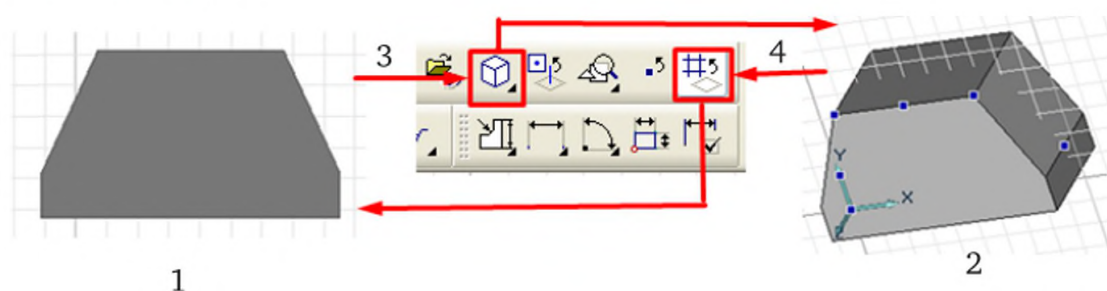


Рис. УЭ7.16

Шаг 6. Создание цилиндрической бонки.

1. Образование бонки выполняется с помощью команды **Проволока**. Для этого создается направляющая линия, выходящая из центральной точки верхней грани вертикально вверх на высоту 30 мм. Указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» запустить команду **Линия под углом** (1). В появившихся внизу полях ввода ввести в поле **Угол** — 90 (2), а в поле **Дельта** — 30 мм (3). Зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** в правой нижней части экрана или клавиши **Enter** на клавиатуре (рис. УЭ7.17).



Рис. УЭ7.17

2. Указать курсором начальную точку линии (1) и щелкнуть левой кнопкой «мыши», над верхней гранью основания появится изображение вертикального отрезка длиной 30 мм.

3. Указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» запустить команду **Проволока** (2) (рис. УЭ7.18). Навести курсор на построенный отрезок 1 (направляющая) и нажать левую кнопку «мыши», отрезок изменит цвет на оранжевый. Нажать среднюю клавишу «мыши» или клавишу **Esc** для завершения выбора. На экране появится окно с полями для ввода параметров **Диаметр** и **Масштабный фактор**. В поле **Диаметр** (3) ввести значение диаметра бонки 40 мм; так как бонка цилиндрическая, масштабный фактор оставить равным 1, нажать кнопку **ОК** (4). На экране на месте отрезка появится вертикально расположенный цилиндр диаметром 40 мм и высотой 30 мм. Для получения изометрического вида 6 нажать кнопку 5.

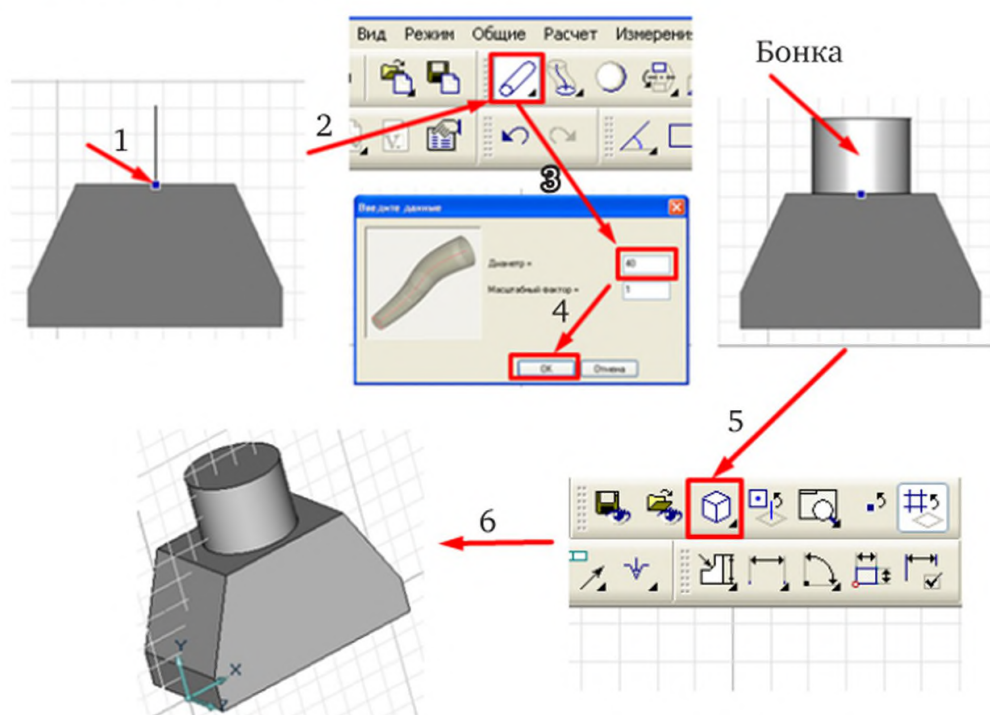


Рис. УЭ7.18

Шаг 7. Объединение основания и бонки в единое тело.

Образование общего тела детали «корпус» из двух созданных тел — основания и бонки — выполняется с помощью булевой операции **Объединение элементов**, которая позволяет создать одно новое тело из нескольких тел, объединенных вместе (рис. УЭ7.19).

1. Для активации тел, с которым будут выполняться действия объединения, указанием курсора при нажатой левой кнопки «мыши» включить команду **Выбор элемента** (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором строку **3D только** (2) и отпустить левую кнопку «мыши» (рис. УЭ7.20). Переводя курсор на основание и бонку, нажатием левой кнопки «мыши» выделить их (3), выбранные тела окрасятся в красный цвет.

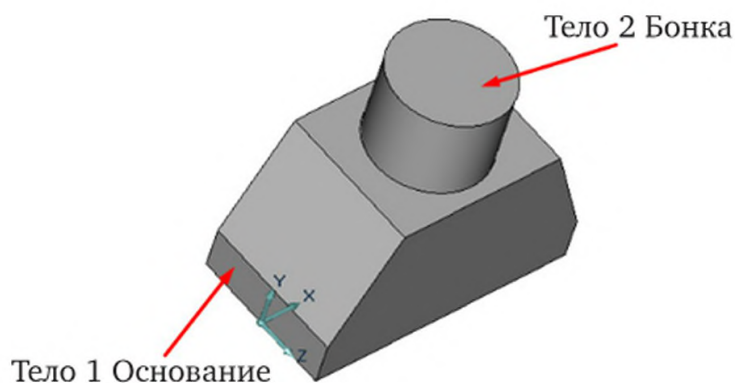


Рис. УЭ7.19

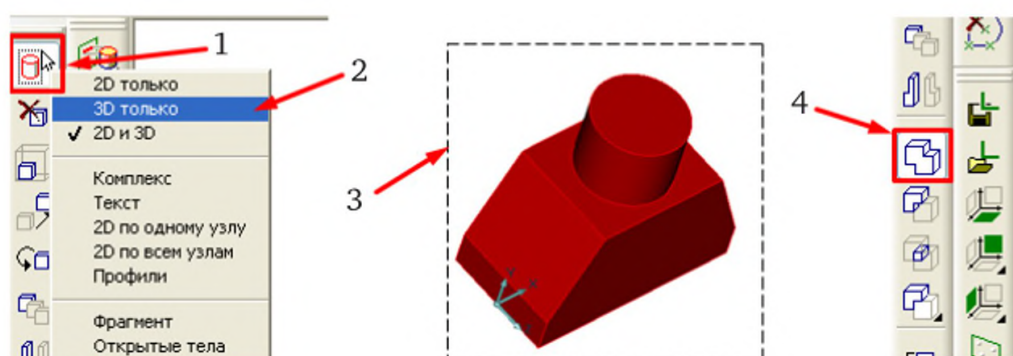


Рис. УЭ7.20

2. Для получения нового общего тела из соединенных и активированных тел указанием курсора и щелчком левой «мыши» по кнопке **Объединение элементов** (4) на вертикальной панели, расположенной слева от рабочего поля, реализовать операцию **Объединение**.

Шаг 8. Редактирование объемной модели (получение паза в бонке).

Для создания прямоугольного паза в цилиндрической бонке применяется команда **Сквозное отверстие**. Для ее реализации строится профиль паза в виде прямоугольника в месте его создания.

1. Паз симметричен относительно оси симметрии цилиндра, для определения точки отсчета 1 на верхней грани бонки подвести курсор к краю верхней грани и нажать клавишу **F9**, переместить курсор к противоположному краю грани и повторно нажать клавишу **F9**. Для разметки глубины паза от верхней грани использовать способ перемещения курсора на заданный шаг. Нажать клавишу **D** и в появившемся внизу окне ввести в поле **Шаг** число 20 (20 мм) и нажать кнопку **OK** или клавишу **Enter**. Подвести курсор к точке 1 и нажатием на клавишу со стрелкой вниз переместить курсор в точку 2 и обозначить ее нажатием клавиши **N**. Для обозначения точек 3 и 4 изменить шаг курсора на 7,5 мм. Переместить курсор из точки 1 в точку 4 и обозначить ее нажатием клавиши **N**. Переместить курсор из точки 2 в точку 3 и обозначить ее нажатием клавиши **N**. С помощью команды **Прямоугольник** (4) изобразить прямоугольник, проходящий через точки 3 и 4, как показано на рис. УЭ7.21.

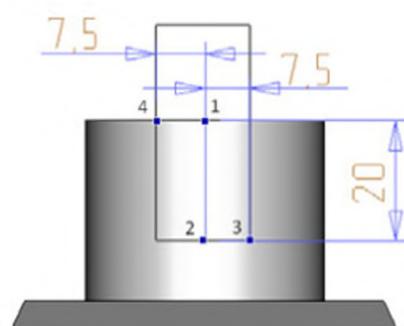


Рис. УЭ7.21

2. Для получения паза в области 5 (рис. УЭ7.22) указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Сквозное отверстие** (6) запустить команду получения паза. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на контур прямоугольника 5, он изменит цвет на оранжевый. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на объемное тело, в месте, обозначенном прямоугольником, появится паз 7. Для получения изометрического вида 9 нажать кнопку 8.

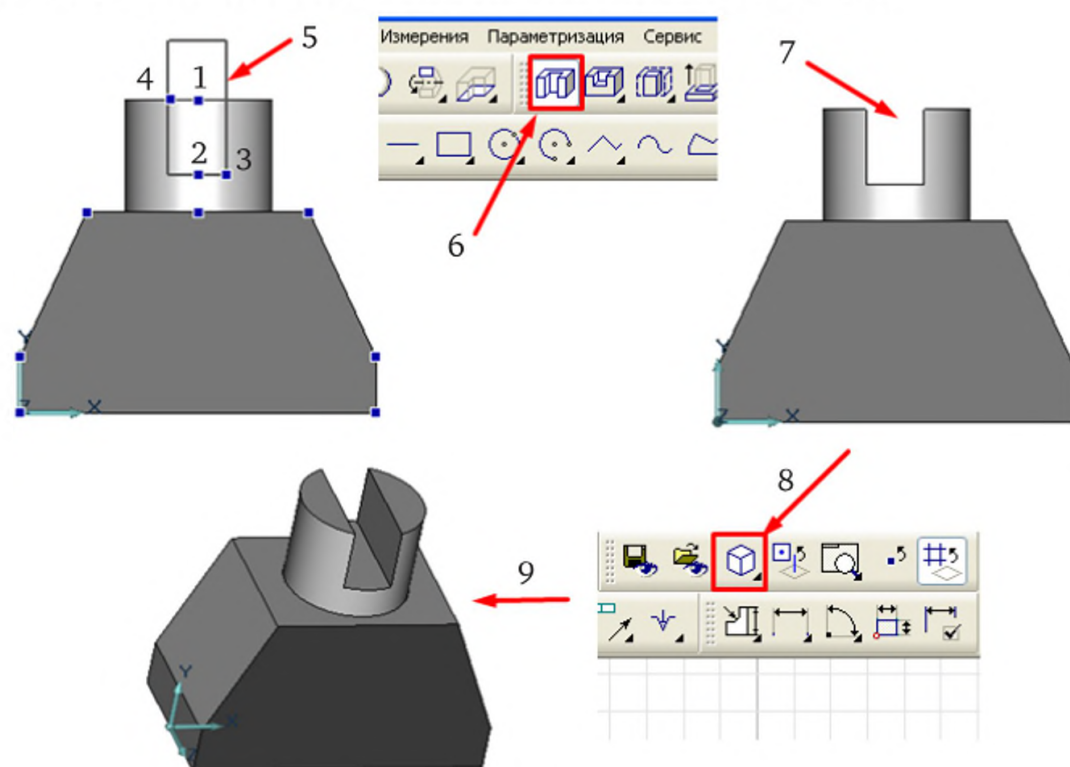


Рис. УЭ7.22

Шаг 9. Редактирование объемной модели (получение сквозного отверстия в основании).

1. Для создания профиля для получения сквозного отверстия в основании необходимо модель развернуть торцом к рабочей плоскости (позиция б на рис. УЭ7.23), это выполняется указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Абсолютная рабочая плоскость YZ**.

На рабочей плоскости, по координатам, способом задания шага курсора проставить вспомогательные точки 1 и 2 для последующего построения профиля сквозного отверстия. С помощью команды **Прямоугольник** по точкам 1 и 2 построить профиль будущего сквозного отверстия (позиция в на рис. УЭ7.23).

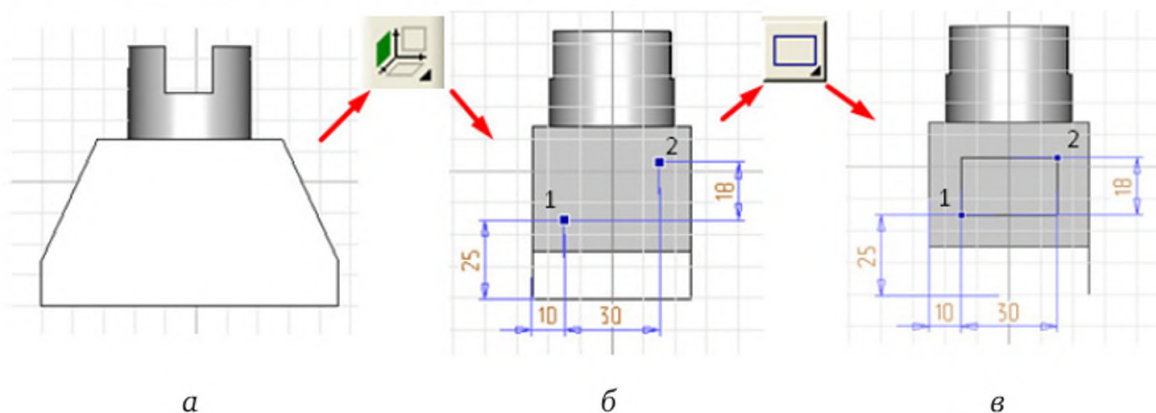


Рис. УЭ7.23

2. Для получения сквозного отверстия в области 3 (рис. УЭ7.24) указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Сквозное отверстие** (4) запустить команду получения отверстия. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на контур прямоугольника 3, он изменит цвет на оранжевый. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на объемное тело, в месте, обозначенном прямоугольником, появится сквозное отверстие 5. Для получения изометрического вида 7 нажать кнопку 6.

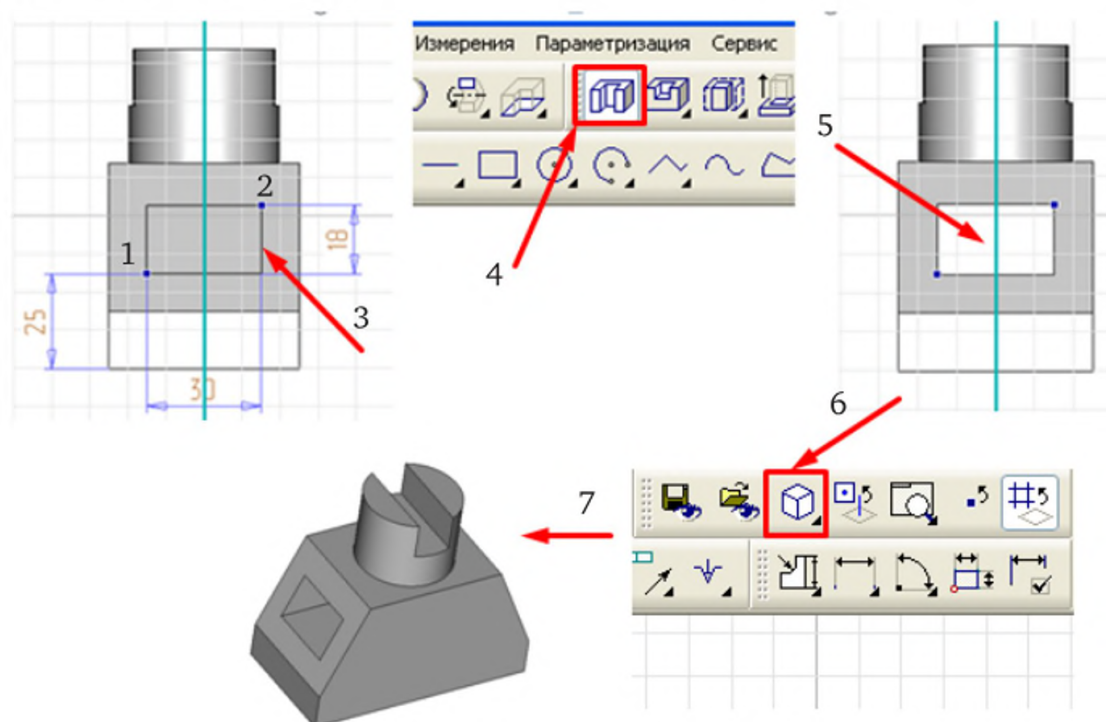


Рис. УЭ7.24

Шаг 10. Сохранение объемной модели.

Для сохранения выполненной разработки под новым именем подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши» и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2). Откроется окно **Сохранить как**, в нем создать новую или открыть нужную папку (3), ввести имя файла в поле **Имя файла** (4) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (5). Выполненная разработка (6) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ7.25).

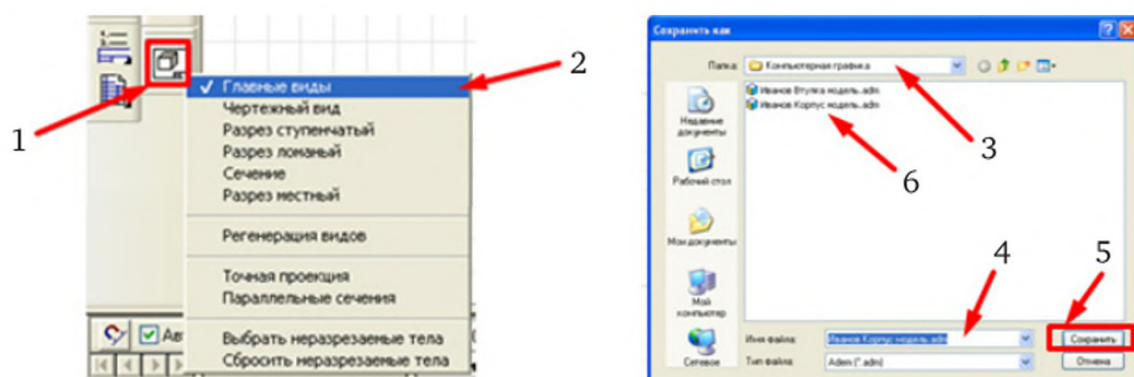


Рис. УЭ7.25

Шаг 11. Поворот объемной модели.

1. Для создания удобного расположения чертежных видов на формате необходимо модель повернуть в плоскости YX на 90° . Для выполнения этой операции надо развернуть модель торцом к рабочей плоскости, это выполняется указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Абсолютная рабочая плоскость YZ** (рис. УЭ7.26).

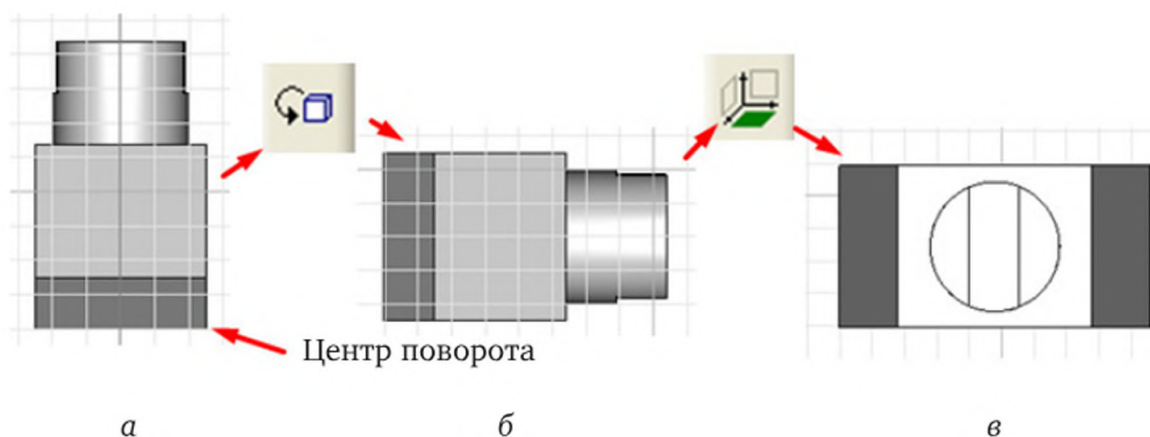


Рис. УЭ7.26

2. Для поворота модели нажать кнопку **Поворот**, из меню выбрать **Угол**. Указанием курсора на модель и щелчком левой кнопки «мыши» активировать ее (цвет модели станет красным). Указать центр поворота, в появившемся окне выбрать нужные значения (рис. УЭ7.27) и нажать кнопку **ОК**.

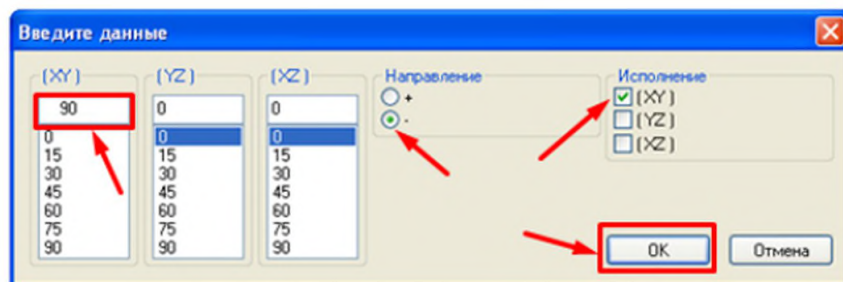


Рис. УЭ7.27

Шаг 12. Получение чертежных видов.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели** (1) на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля. В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды** (2), отпустить левую кнопку «мыши» (см. рис. 5.3 в разд. 5).

2. Появится диалоговое окно **Получение видов**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» отметить флажком поля **Главный** и **Сверху** и **Невидимые линии пунктиром** (рис. УЭ7.28). Нажать кнопку **OK** или клавишу **Enter** на клавиатуре.

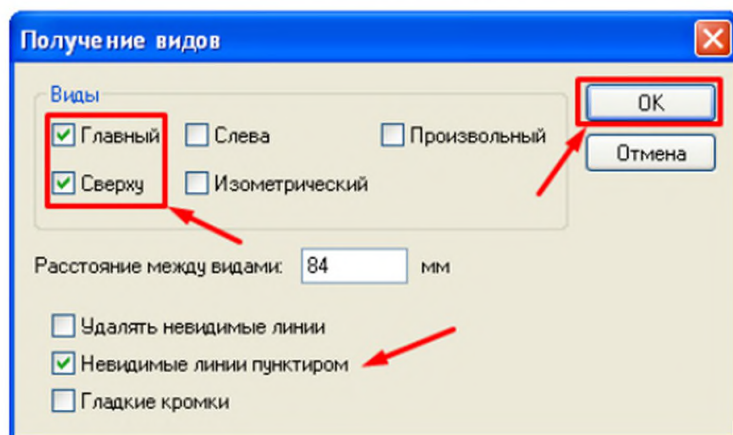


Рис. УЭ7.28

3. Указать курсором, где на рабочей плоскости будут располагаться виды, щелкнуть левой кнопкой «мыши». На рабочем поле останутся объемная модель и чертежные виды — главный и сверху (см. рис. УЭ7.9).

Шаг 13. Загрузка формата и размещение чертежных видов.

1. Для выполнения чертежа детали понадобится только изображение чертежных видов, объемную модель можно удалить. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента** (1) на панели слева от поля построений, нажатием левой кнопки «мыши» открыть список с видами выделений. Удерживая левую кнопку «мыши», перевести курсор на строку списка **2D и 3D**, она поменяет фон на синий цвет (2), отпустить левую кнопку «мыши». Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить объемную модель, выбранный объект окрасится в красный цвет (рис. УЭ7.29).

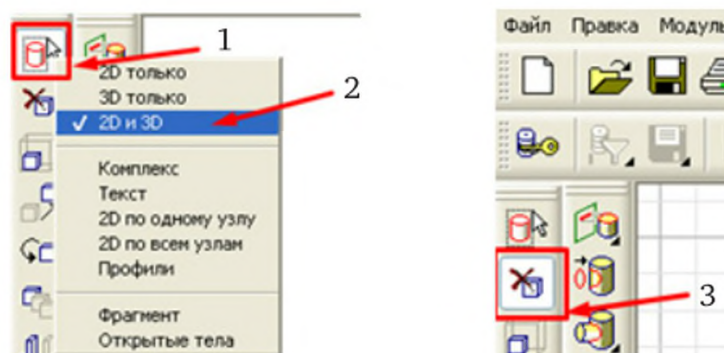





Рис. УЭ7.29

2. Нажать кнопку **Удалить**  (3), выбранный объект будет удален. В области построений останутся изображения главного вида и вида сверху.

3. Для установки нужного формата с шаблоном основной надписи подвести курсор к пункту системного меню **Режим**. Из выпадающего меню, перемещением курсора и щелчком левой кнопки «мыши», выделить строку **Формат листа**. В открывшемся окне **Формат листа** выбрать формат А4, отметить поле **Загрузить первый лист**, определить направление формата **Вертикальный**.

На экране появится изображение вертикального формата А4 размером 210 × 297 мм по ГОСТ 2.301—68 с основной надписью.

4. Для переноса чертежных видов в центр формата нажать кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего списка выбрать строку **2D только**, переводом курсора на изображения видов и нажатием левой кнопки «мыши» выделить его, выбранные контуры окрасятся в красный цвет

5. Нажать и удерживать кнопку **Перенос**  (1), выбрать курсором строку **Перенос** (2) в дополнительном меню, отпустить левую кнопку «мыши» (см. рис. УЭ6.31).

6. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» **Исходную точку** на элементе. Указанием курсора перенести изображение видов в центр формата А4 и щелчком левой кнопки «мыши» зафиксировать это положение (см. рис. УЭ7.10).

Для снятия выделения перемещенного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

Шаг 14. Выполнение местного разреза.

1. Для выделения местного разреза использовать тонкую сплошную линию, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» открыть закладку **Линии и штриховки** (1) (рис. УЭ7.30, а) и указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на кнопку **Линия тонкая сплошная** (2) (рис. УЭ7.30, б). Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» по кнопке **Слайн** (3) (рис. УЭ7.30, в) открыть контекстное меню, в котором выбрать **Слабое** (4).

2. Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» с помощью ранее включенной команды **Слайн** (1) тонкой сплошной линией (2) (рис. УЭ7.31, а) очертить область местного разреза. Изменить вид линии

на **Основную сплошную** в закладке **Линии и штриховки** и с помощью команды **Отрезок** (3) основной сплошной линией разграничить сквозное отверстие в области местного разреза (4) (рис. УЭ7.31, б). Выбрать вид штриховки (5) в закладке **Линии и штриховки** и область штриховки, ограниченную указанием **Все линии** (6), указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» на области штрихования (7) (рис. УЭ7.31, в). Указанные области будут заштрихованы.

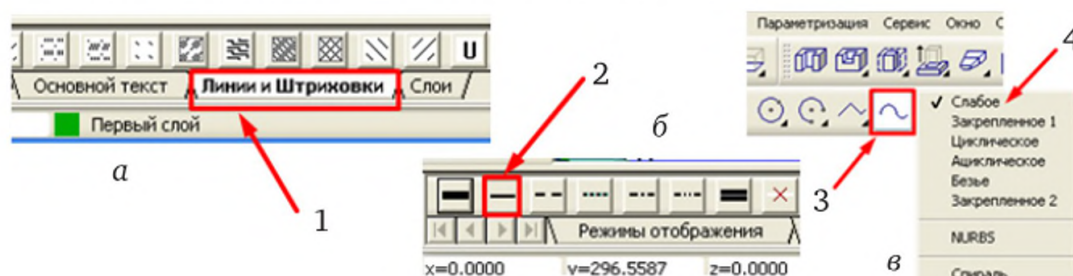


Рис. УЭ7.30

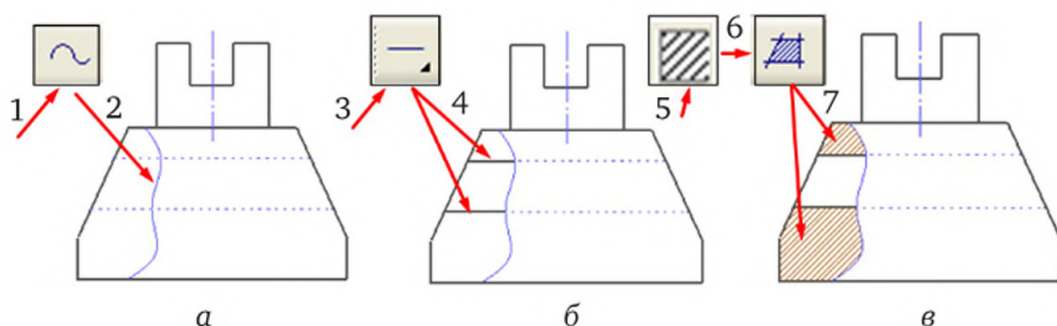



Рис. УЭ7.31

После выполнения штрихования нажать на кнопку **Нет штриховки** .

Шаг 15. Заполнение основной надписи.

Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства** (см. УЭ 2). В закладке **Общие** заполняются сведения об изделии и фамилии разработчика и проверяющих лиц, занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК** и автоматически переносятся в основную надпись. Сведения о материале детали и виде заготовки выбираются в закладке **Материалы** и заносятся в основную надпись. Сведения об организации заносятся в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации** (см. рис. УЭ2.5).

Заполненная основная надпись показана на рис. УЭ7.32.



Рис. УЭ7.32

Шаг 16. Оформление чертежа.

1. Простановка размеров. Указанием курсора на кнопку **Авторазмер** (1) и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размеров. Для простановки внутреннего размера сквозного отверстия на виде сверху после указания курсором и щелчков левой кнопки «мыши» по боковым сторонам (2) отверстия и расположения размерной стрелки (рис. УЭ7.33, а), откроется окно **Редактирование размера** (рис. УЭ7.33, б, по стрелке 3).

В поле **Размер** появится численное значение размера отверстия 18, для простановки качества нажать кнопку **Квалитет** (рис. УЭ7.33, б, поз 4), откроется окно **Выбор качества** (рис. УЭ7.33, в, по стрелке 5). Установить вид поверхности **Отверстие** (рис. УЭ7.33, в, поз. 6), выделить значение качества **H7** (рис. УЭ7.33, в, поз. 7). Зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (8). Произойдет возврат к окну **Редактирование размера** (рис. УЭ7.33, б, по стрелке 9). Для размещения обозначения размера нажать на кнопку **Автопозиционирование** (рис. УЭ7.33, б, поз. 10). На чертежном виде сверху появится обозначение внутреннего размера отверстия (рис. УЭ7.33, г, по стрелке 11).

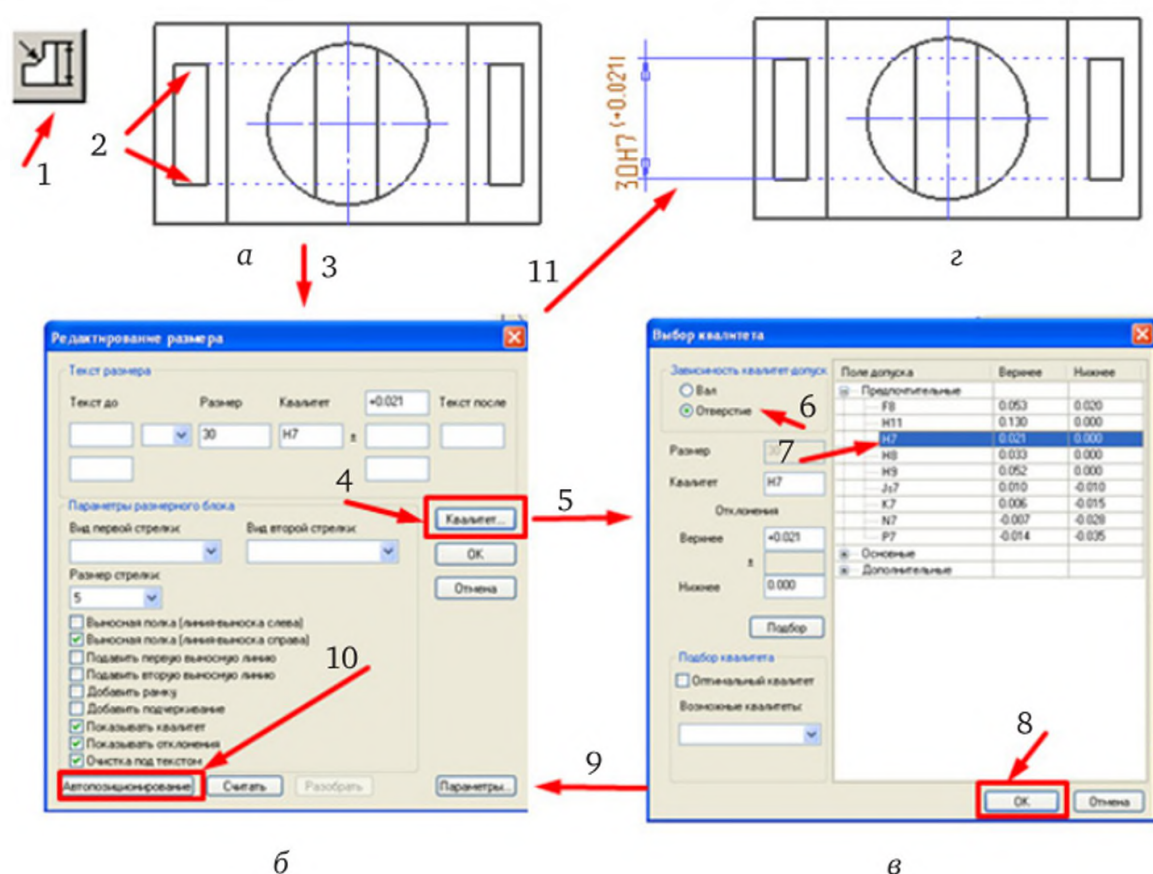
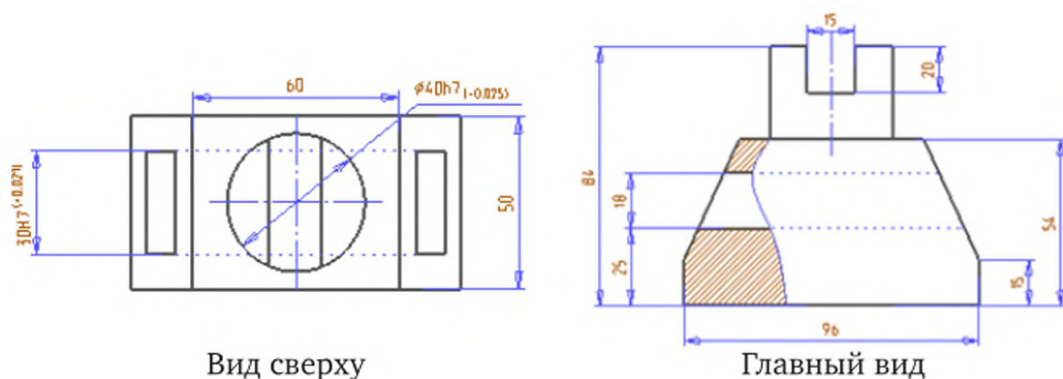

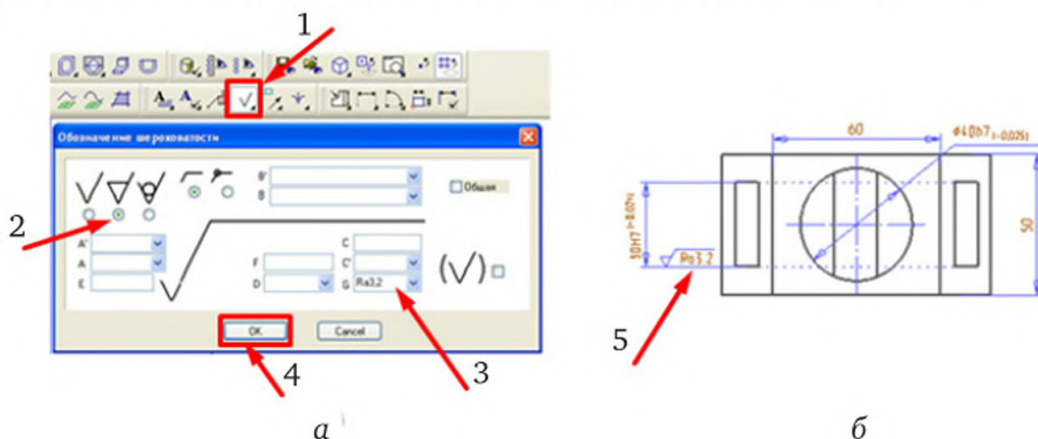


Рис. УЭ7.33

Аналогичным образом проставляются остальные размеры на главном виде и виде сверху (рис. УЭ7.34).



2. **Обозначение шероховатости поверхности.** Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Обозначение шероховатости**  (1) запустить процедуру простановки обозначения шероховатости отдельной поверхности. На экране появится диалог **Обозначение шероховатости** (рис. УЭ7.35, а). Для простановки обозначения шероховатости на внутренней поверхности отверстия в основании выделить значок обработки с удалением слоя материала (2), в поле **G** ввести значение **Ra 3.2** (3), зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (4). Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» положение значка на чертежном виде (рис. УЭ7.35, б, поз. 5).



Для простановки обозначения шероховатости, общей для остальных поверхностей, снова запустить процедуру простановки обозначения шероховатости поверхности (1). На экране появится диалог **Обозначение шероховатости** (рис. УЭ7.36, а). Выделить значок, который обозначает, что способ обработки поверхностей конструктор не устанавливает (2).

Выделить значок **Остальные поверхности** (3) и поставить «птичку» в поле **Общая** (4). В поле **G** ввести значение **Ra 6.3** (5), зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (6). В правом верхнем углу формата появится значок шероховатости (рис. УЭ7.36, б, поз. 7), общей для остальных поверхностей.

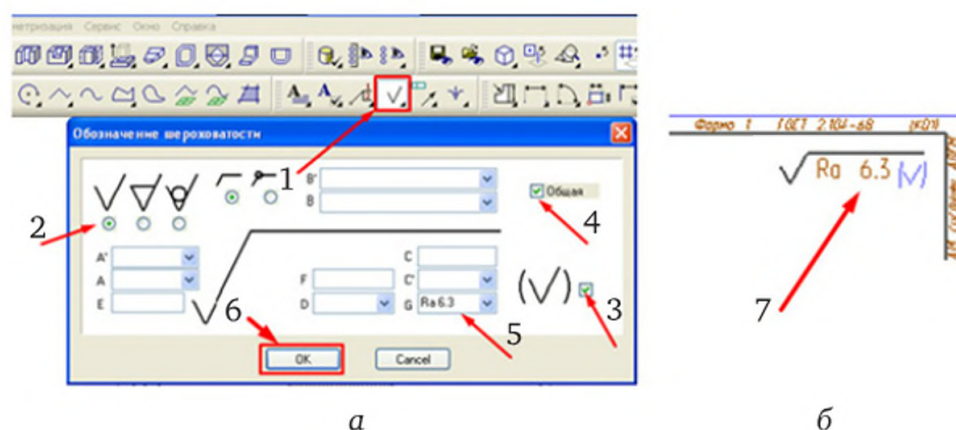


Рис. УЭ7.36

3. Простановка технических требований. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Технические требования** (1) на вертикальной панели слева от рабочего поля. Появится диалоговое окно **Технические требования** (рис. УЭ7.37). Для выбора ТТ из базы данных нужно открыть ее нажатием кнопки 2. Выбрать из открывшейся таблицы со стандартными значениями необходимые сведения и нажать **ОК**, текст выбранных ТТ из таблицы будет перенесен в окно **Технические требования**.

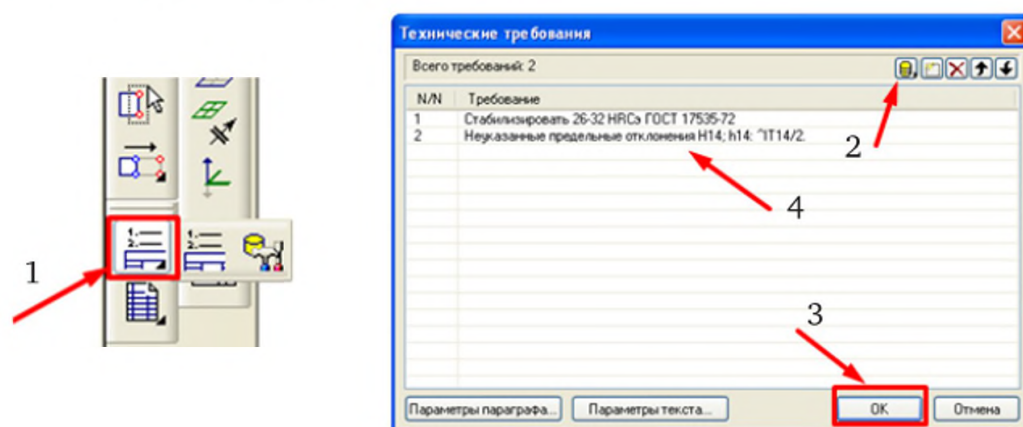


Рис. УЭ7.37

После завершения формирования перечня ТТ нажать кнопку **ОК** (3) для переноса ТТ (4) на формат и размещения над основной надписью (рис. УЭ7.38).

После выполнения шага 16 чертеж становится полностью оформленным и соответствует требованиям ЕСКД (см. рис. УЭ7.11).

Шаг 17. Сохранение разработанного чертежа.

Для сохранения выполненной разработки под новым именем использовать пункт меню **Файл — Сохранить как...**, в окне **Сохранить как** создать новую или открыть нужную папку (1), ввести имя файла в поле **Имя файла** (2) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (3). Выполненная разработка (4) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ7.39).

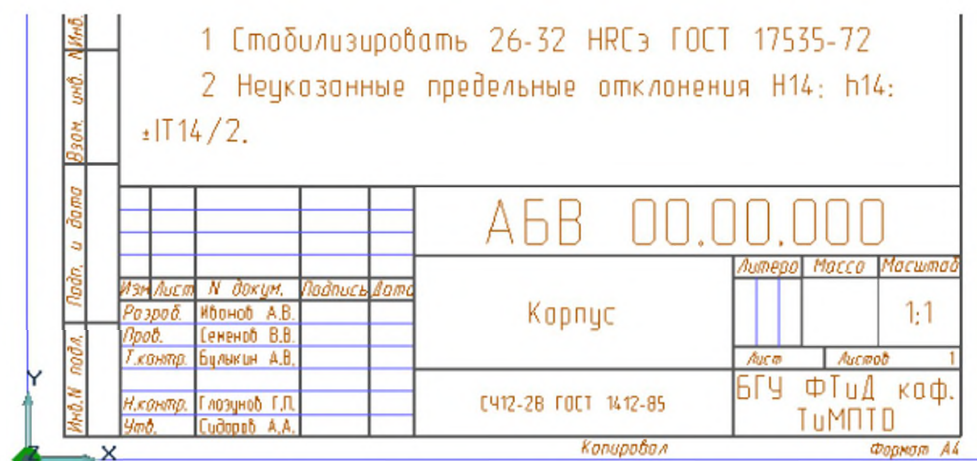


Рис. УЭ7.38

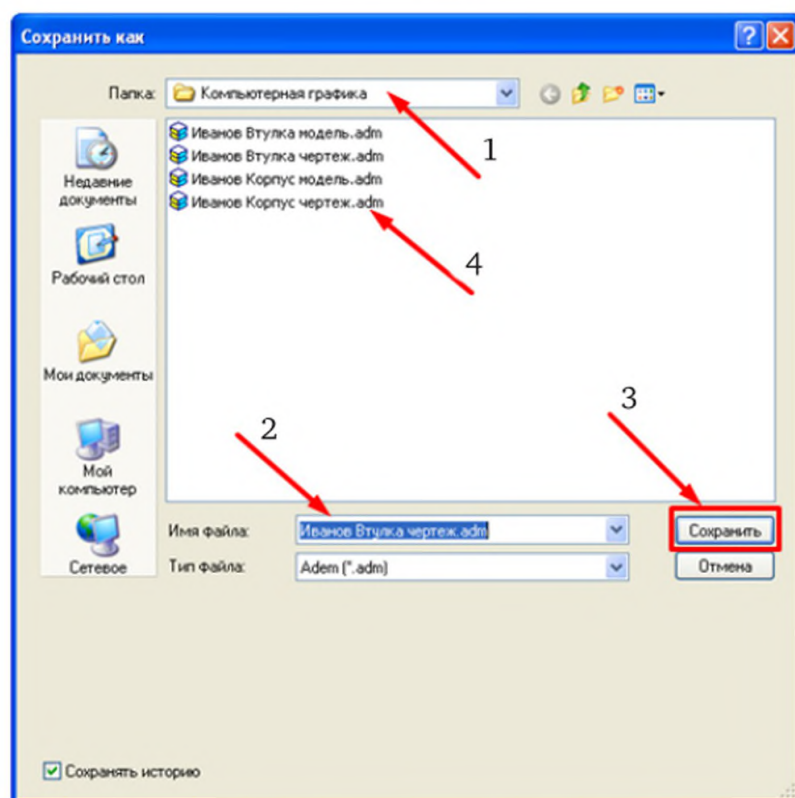


Рис. УЭ7.39

Шаг 18. Распечатка выполненного чертежа.

1. Для распечатки выполненной разработки подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши», не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Печать Чертежа** (2), так как изображение выполнено в 2D-формате (см. рис. УЭ6.38).

2. Откроется окно **ADEM Print** (см. рис. УЭ6.39), указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» активировать поля **Формат** (1) и **На весь лист** (2), щелкнуть левой кнопки «мыши» по кнопке **Просмотр** (3).

3. Откроется окно **Просмотр** с видом документа для печати (рис. УЭ7.40), если он соответствует требованиям, щелчком левой

Самостоятельная работа № 5

Задание. Выполнить объемную модель корпусной детали по приведенному эскизу, разработать чертеж детали способом компьютерного инжиниринга и оформить его в соответствии с требованиями ЕСКД. Формат листа А3. Масштаб построений 1 : 1. На формате с чертежными видами поместить изометрическое изображение детали так, как это сделано на рис. УЭ7.42. Точность расположения плоскости основания от одного из конструктивных элементов по 7-му качеству, выполнение остальных размеров по 10-му качеству точности. Шероховатость поверхности плоскости основания $Ra\ 3,2$ мкм, для остальных поверхностей $Ra\ 6,3$ мкм. Материал детали СЧ 12-28 (ГОСТ 1412—85).

Пример выполнения задания

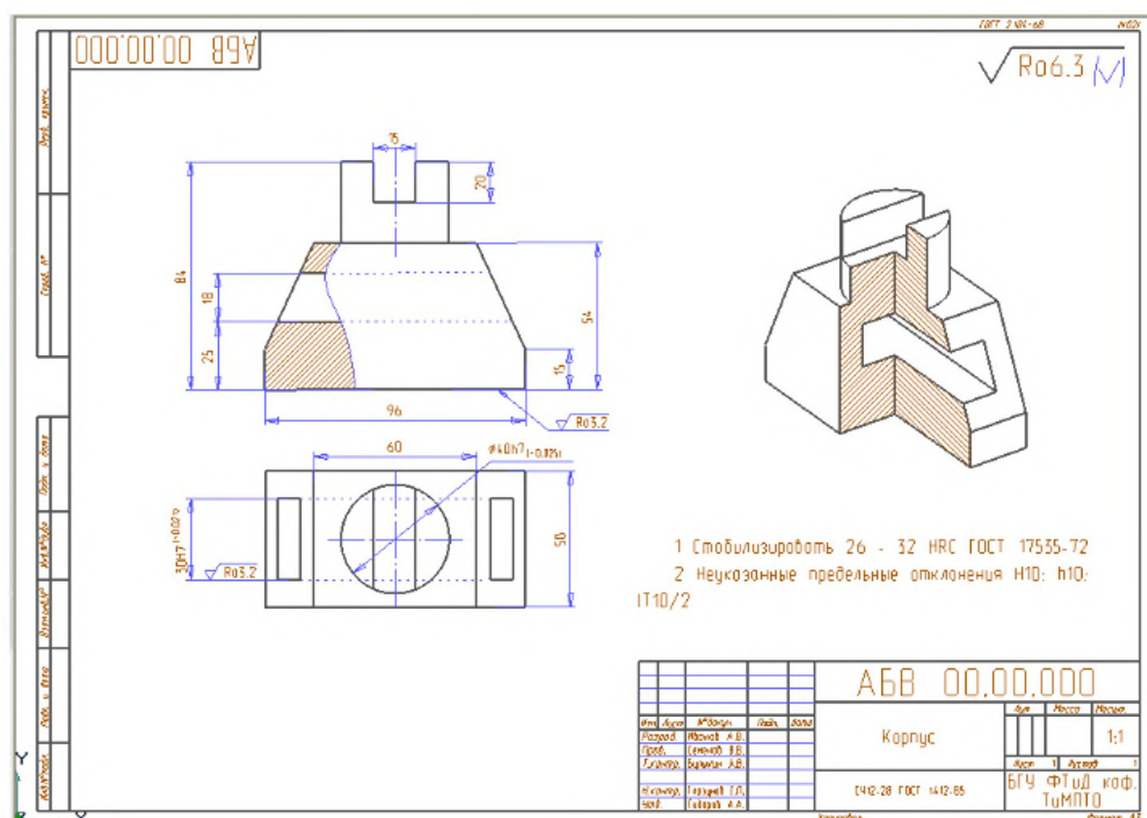
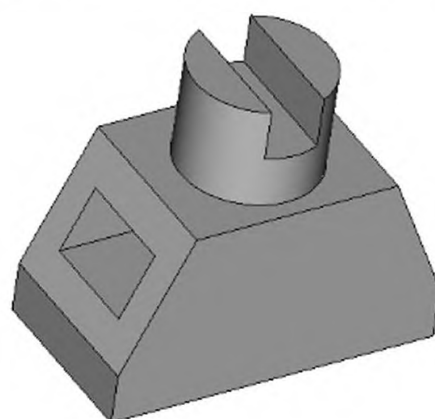
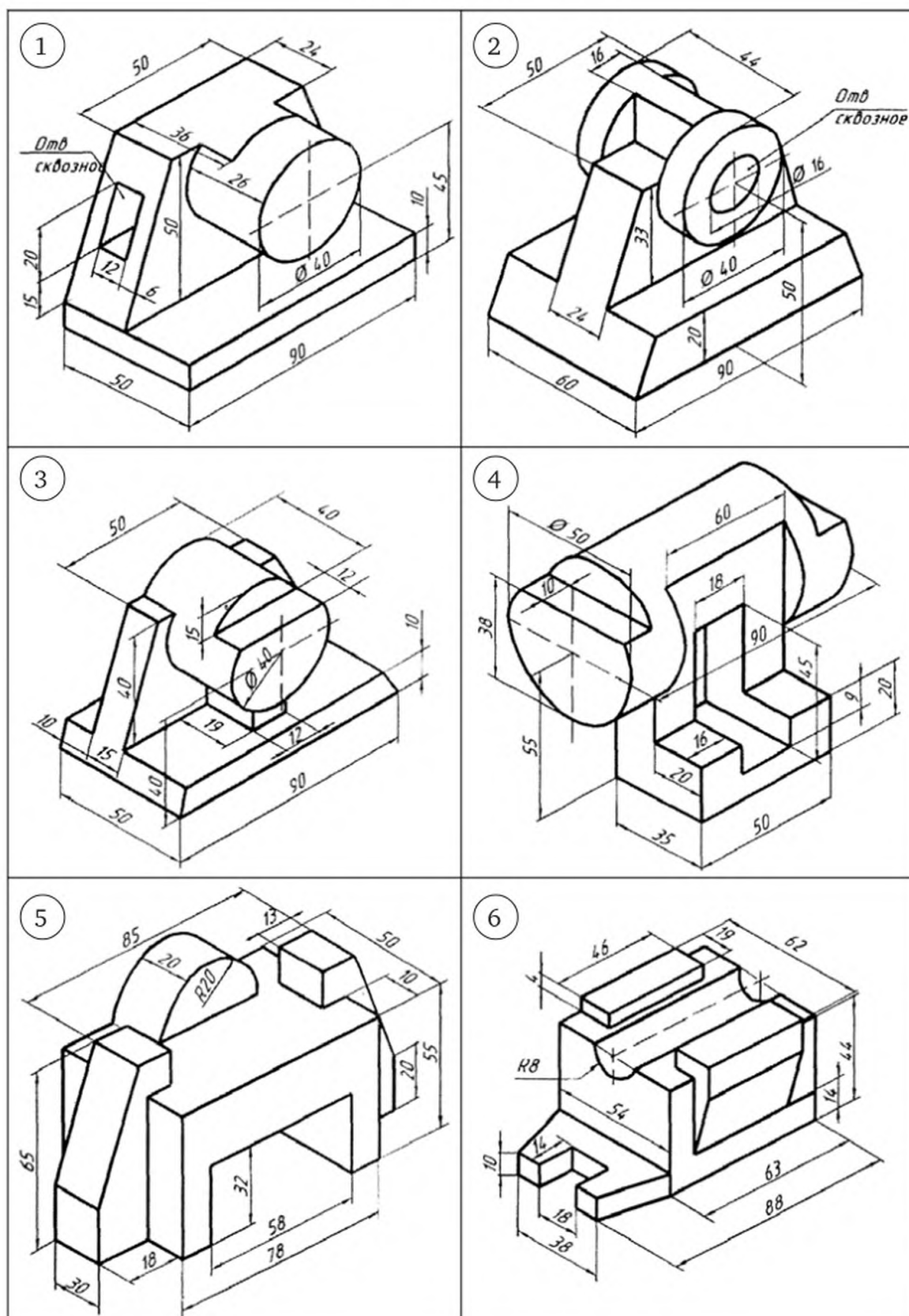
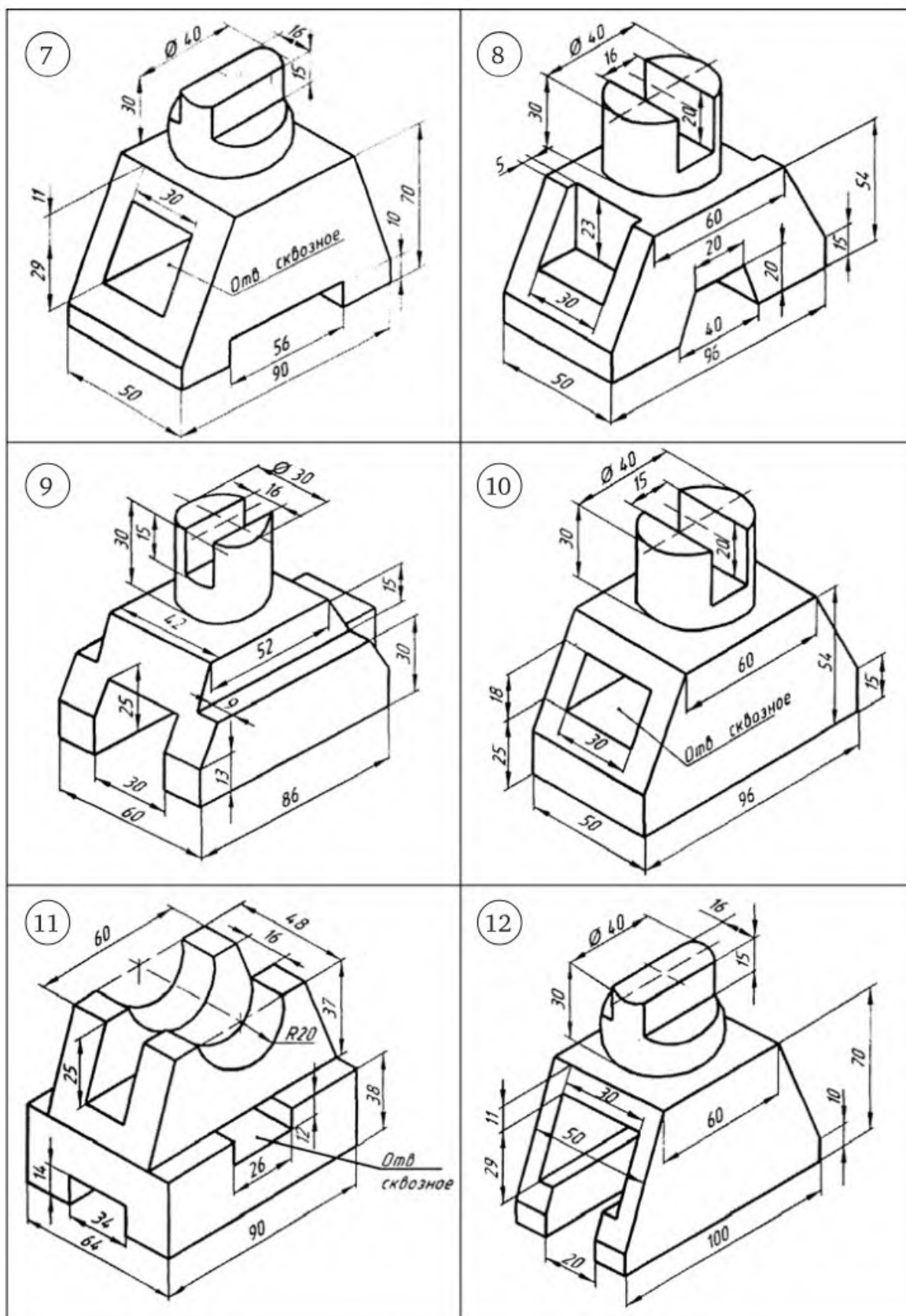
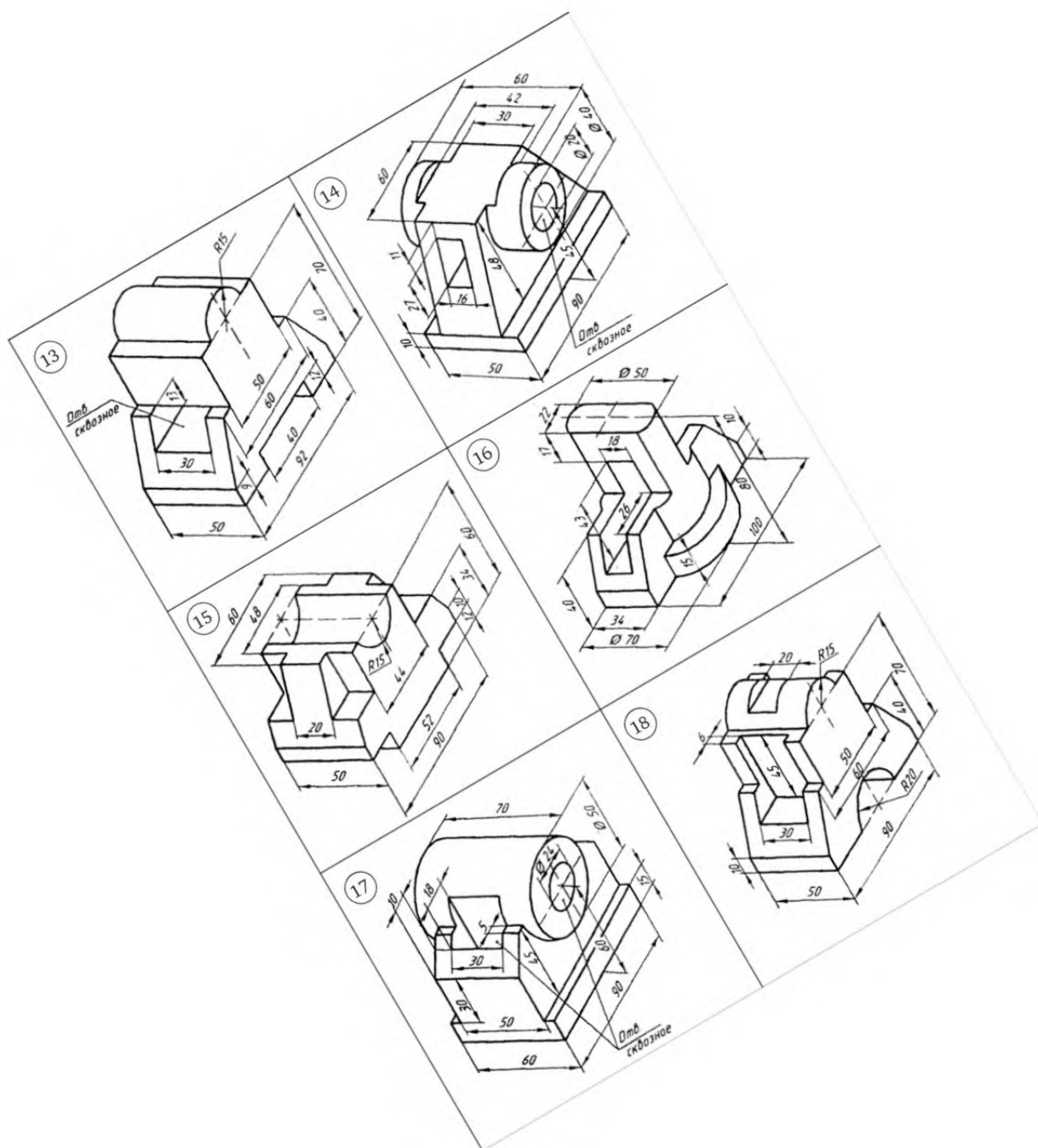


Рис. УЭ7.42

Варианты заданий







Учебный элемент УЭ 8

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Практикум по инженерной компьютерной графике.

Наименование учебного элемента. Разработка комплекта конструкторской документации для сборочной единицы «масленка».

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы получите практические навыки разработки конструкторской документации для сборочных единиц в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.

4. УЭ 3. Точные перемещения.

5. УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры.

6. УЭ 5. Получение чертежных проекций с 3D-модели.

7. УЭ 6. Разработка конструкторской документации детали тела вращения «втулка».

Задание. Разработать объемную модель изделия «масленка» в сборке и выполнить с нее чертежные виды, разработать спецификацию. Выполнить объемные модели и чертежи деталей, входящих в сборочную единицу. Оформить разработанную конструкторскую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД. Формат листа А4. Размеры деталей и сборки даны на рис. УЭ8.1. Шероховатость поверхности резьбы Ra не более 3,2 мкм, остальные поверхности Ra 6,3 мкм. Материал деталей — бронза Бр АЖ9-4 (ГОСТ 18175—78).

Блок-схема разработки сборочного чертежа представлена на рис. УЭ8.2.

Порядок выполнения задания:

— установка параметров проектирования;

— разработка объемной модели и чертежа детали «колпачок» (рис. УЭ8.3 и рис. УЭ8.4);

— разработка объемной модели и чертежа детали «корпус» (рис. УЭ8.5 и рис. УЭ8.6);

— объединение объемных моделей деталей «колпачок» и «корпус», получение чертежного вида под сборки с разрезом (рис. УЭ8.7 и УЭ8.8);

— разработка объемной модели и чертежа детали «угольник» (рис. УЭ8.9 и УЭ8.10);

— объединение объемной модели под сборки деталей «колпачок» и «корпус» с моделью детали «угольник» (рис. УЭ8.11);

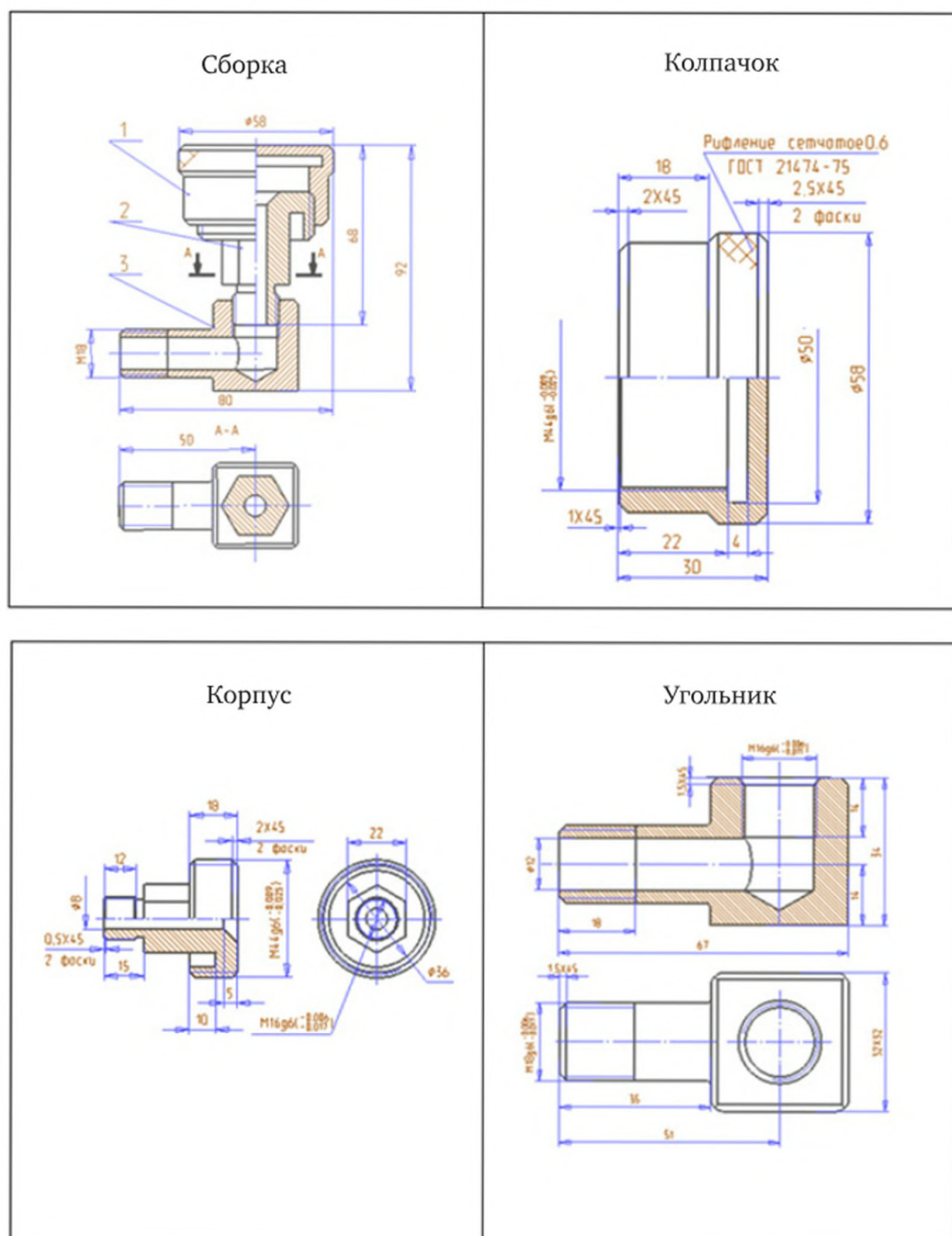


Рис. УЭ8.1

БЛОК-СХЕМА РАЗРАБОТКИ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

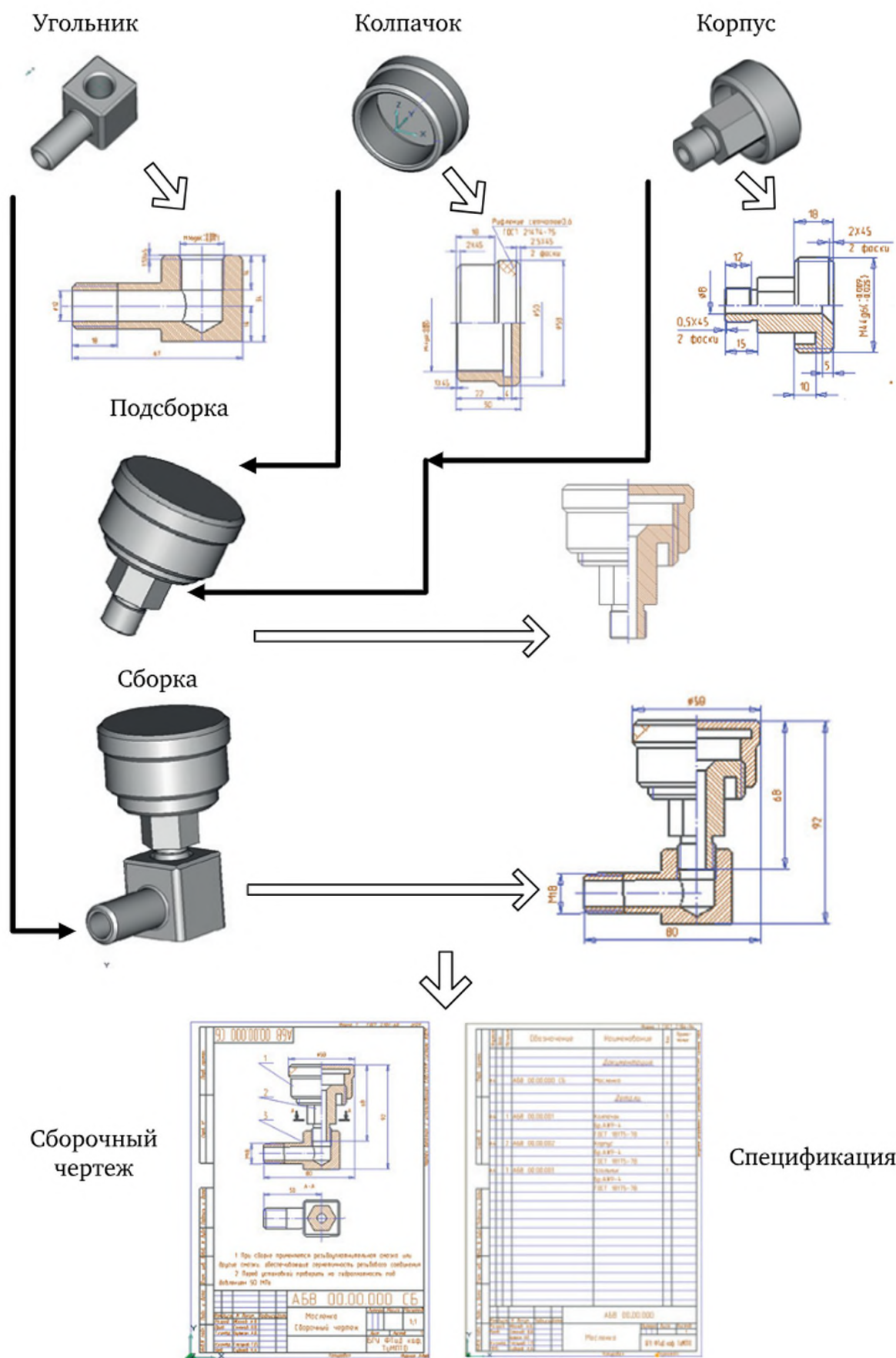


Рис. УЭ8.2

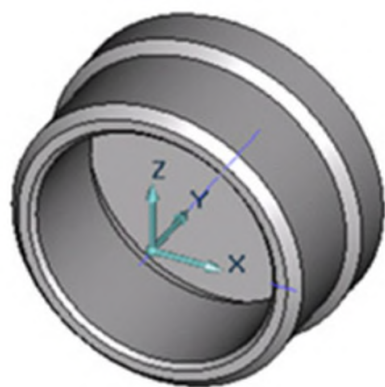


Рис. УЭ8.3

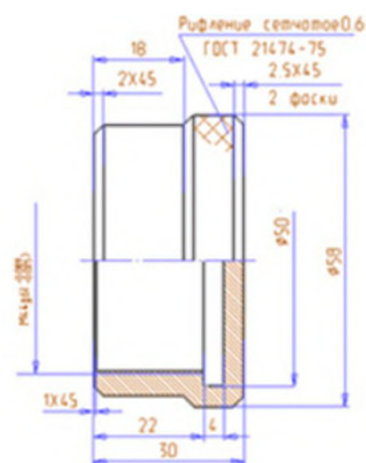


Рис. УЭ8.4

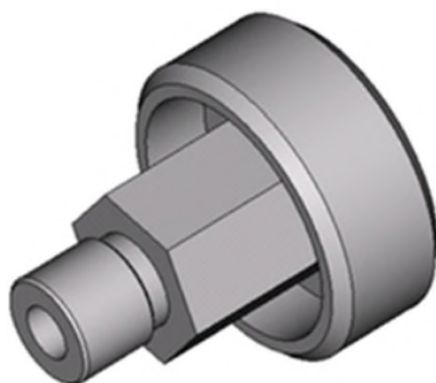


Рис. УЭ8.5

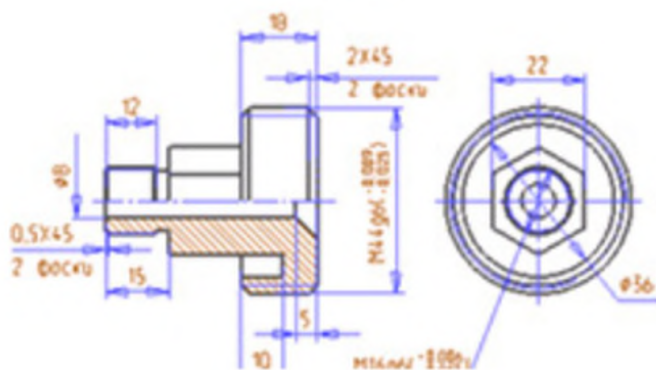


Рис. УЭ8.6



Рис. УЭ8.7

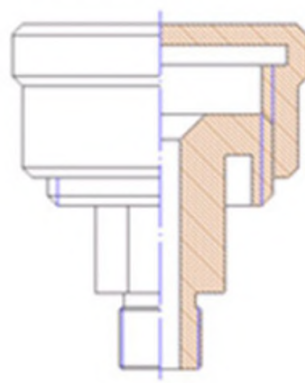


Рис. УЭ8.8



Рис. УЭ8.9

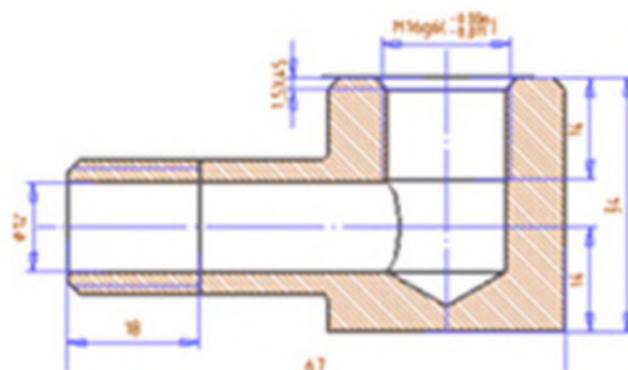


Рис. УЭ8.10

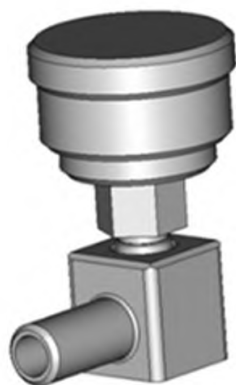


Рис. УЭ8.11

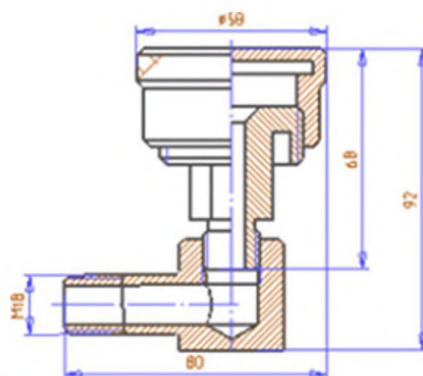


Рис. УЭ8.12

- получение чертежного вида сборки изделия «масленка» (рис. УЭ8.12);
- оформление спецификации к сборочному чертежу;
- сохранение выполненных разработок.

Этап 1. Установка параметров проектирования

Открытие модуля ADEM CAD. Выполнение задания реализуется в конструкторском модуле, при запуске системы по умолчанию открывается именно он. В других случаях модуль **ADEM CAD** открывается через пункт меню **Модуль** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.1).

Создание новой разработки. Проектирование начинается с выбора пунктов меню **Файл** — **Создать** (см. УЭ 1, рис. УЭ1.5).

Выбор формата листа. В соответствии с заданием проектирование выполняется на формате A4 (210 × 297 мм). Формат выбирается через пункт меню **Режим** — **Формат листа**. Для построения объемной модели устанавливается обрисовка границ формата.

Единицы измерения. При открытии системы, по умолчанию, **Линейные единицы** — миллиметры, **Точность** — 2, **Угловые единицы** — градусы десятичные. Эти параметры соответствуют требованиям для выполнения задания.

Стандарт проектирования. При открытии системы, по умолчанию, используется стандарт **ЕСКД Машиностроение**. Этот стандарт соответствует требованиям для выполнения задания.

Шаг курсора. При открытии системы, по умолчанию, шаг курсора соответствует 5 мм. Оставляем это значение для построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага курсора выполняется нажатием клавиши **D** и вводом нового значения.

Шаг сетки. При открытии системы, по умолчанию, шаг опорной сетки соответствует 5 мм. Оставляем это значение для дальнейших построений. В дальнейшем, при необходимости, изменение шага опорной сетки выполняется нажатием клавиши **G** и вводом нового значения.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана,

в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши текст **Сетка** (см. рис. УЭ1.3).

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.3). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка**.

Этап 2. Разработка объемной модели и чертежа детали «колпачок»

Разработка выполняется в масштабе 2 : 1. Для установки масштаба открыть, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши», заставку **Режимы построений** (см. рис. УЭ1.10) в нижней части экрана. Открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на стрелке **Масштаб пользователя** раскрывающийся список величин масштабов, выделить 2 : 1.

Алгоритм разработки объемной модели и чертежа детали «колпачок» выглядит следующим образом:

- определение опорных точек профиля для создания объемной модели вращением профиля вокруг заданной оси и расчет их координат в относительной системе координат;
- простановка опорных точек профиля на рабочем поле способом точных перемещений с клавиатуры (рис. УЭ8.13);

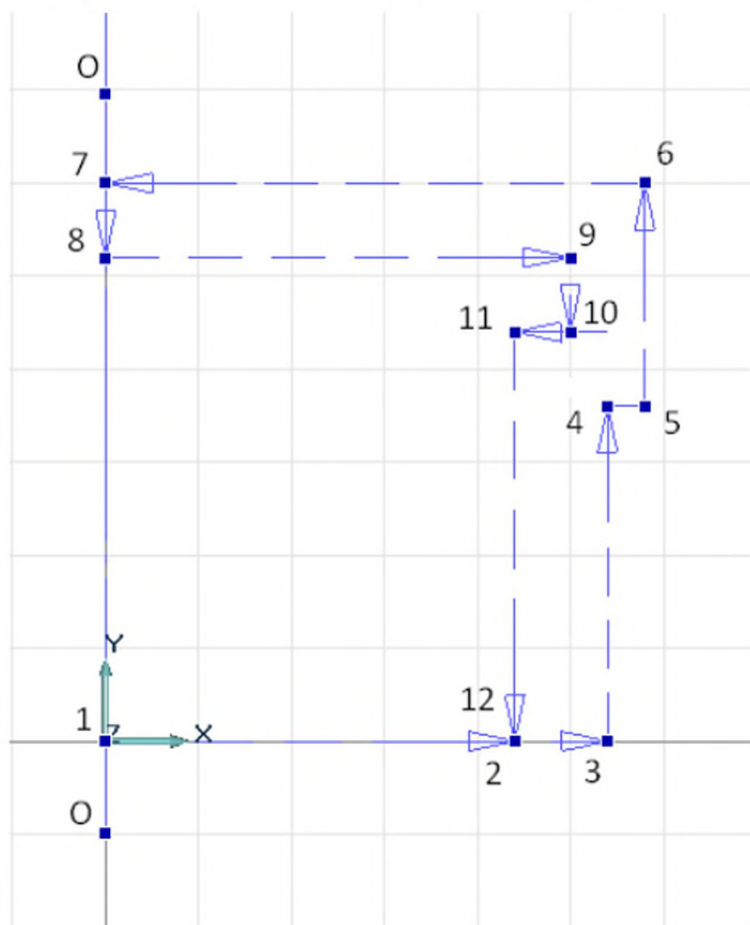


Рис. УЭ8.13

— построение профиля для последующего вращения вокруг оси с помощью команды **Замкнутый контур** (рис. УЭ8.14);

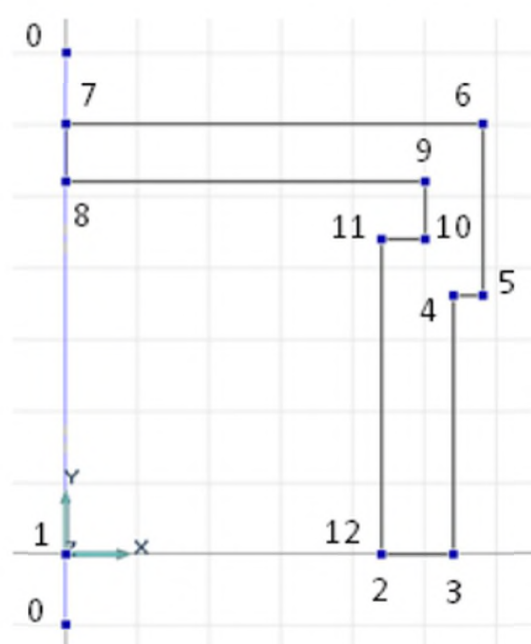


Рис. УЭ8.14

— получение объемной модели детали вращением профиля вокруг заданной оси с помощью команды **Вращение** (рис. УЭ8.15);

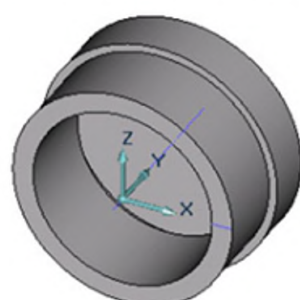


Рис. УЭ8.15

— редактирование объемной модели детали — фаски (рис. УЭ8.16);

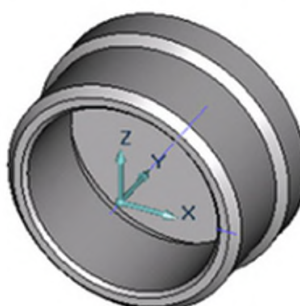


Рис. УЭ8.16

- сохранение объемной модели в отдельном файле;
- получение чертежного вида с объемной модели (рис. УЭ8.17);

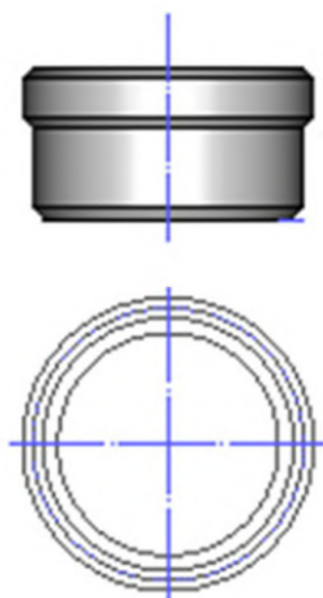


Рис. УЭ8.17

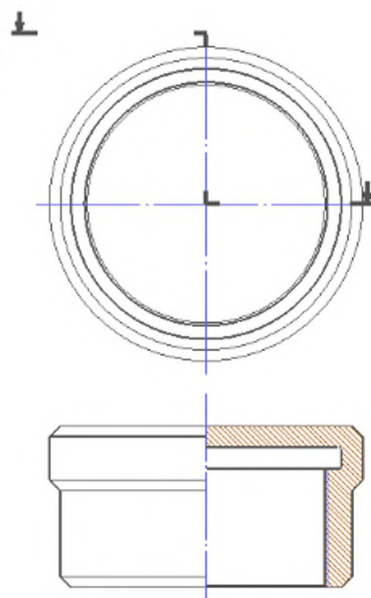


Рис. УЭ8.18

- выполнение разреза на полученном чертежном виде (рис. УЭ8.18);
- загрузка первого листа формата А4 с основной надписью;
- удаление сохраненной ранее объемной модели и перенос чертежного вида с разрезом на формат (рис. УЭ8.19);

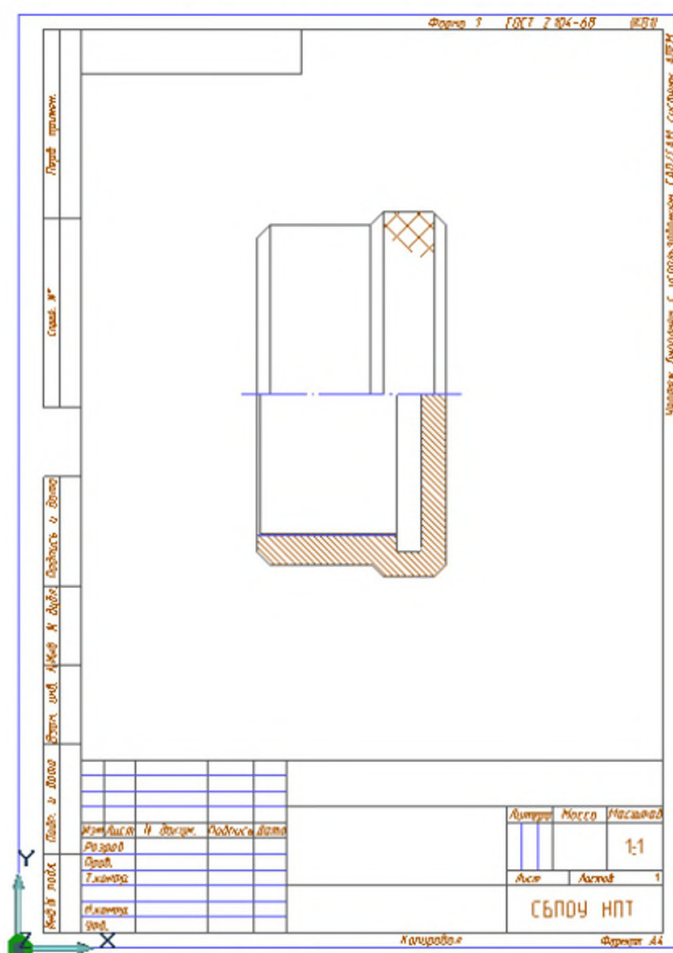


Рис. УЭ8.19

— заполнение основной надписи и технических требований (рис. УЭ8.20);

Инв. инд.	1 Параметр шероховатости R_a поверхности резьбы не должен быть более 3,2 мкм.							
	2 Неуказанные предельные отклонения H14; h14; $\pm IT14/2$.							
Подп. и дата					АБВ 00.00.001			
Изм. лист	Изм. лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литера		Масса	Масштаб
	Разработ.	Иванов А.В.						2:1
	Проб.	Семенов В.В.						
	Т.контр.	Булыкин А.В.						
Инв. инд.	Н.контр.	Глазнов Г.П.			Лист		Листов	1
	Утв.	Сидоров А.А.						
Бр.АЖ9-4 ГОСТ 18175-78					БГУ ФТУД конф. ТУМПО			
Копировал					Формат А4			

Рис. УЭ8.20

— оформление чертежного вида детали — размеры, шероховатость, технические требования (рис. УЭ8.21);

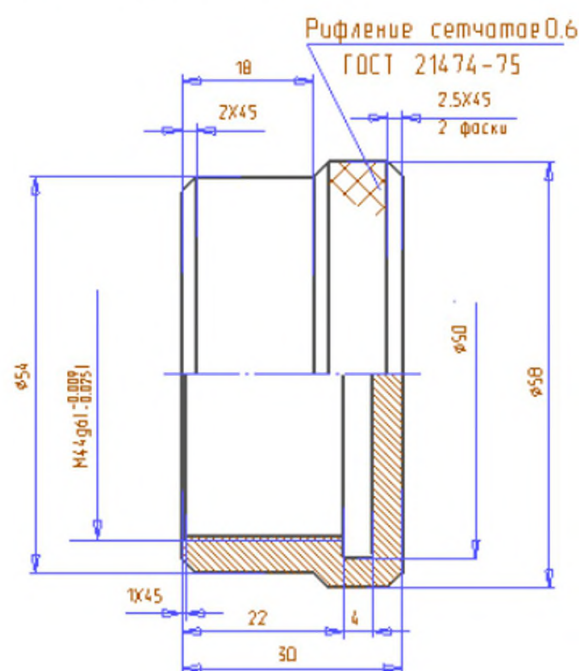


Рис. УЭ8.21

— сохранение разработанного чертежа в отдельном файле (рис. УЭ8.22);

— распечатка разработанного чертежа (при необходимости).

Шаг 1. Определение опорных точек профиля.

Проанализировать форму детали и определить опорные точки для построения профиля (рис. УЭ8.23). Рассчитать координаты точек в относительной системе координат, принять за начало координат точку 1 у нижнего торца детали (табл. УЭ8.1).

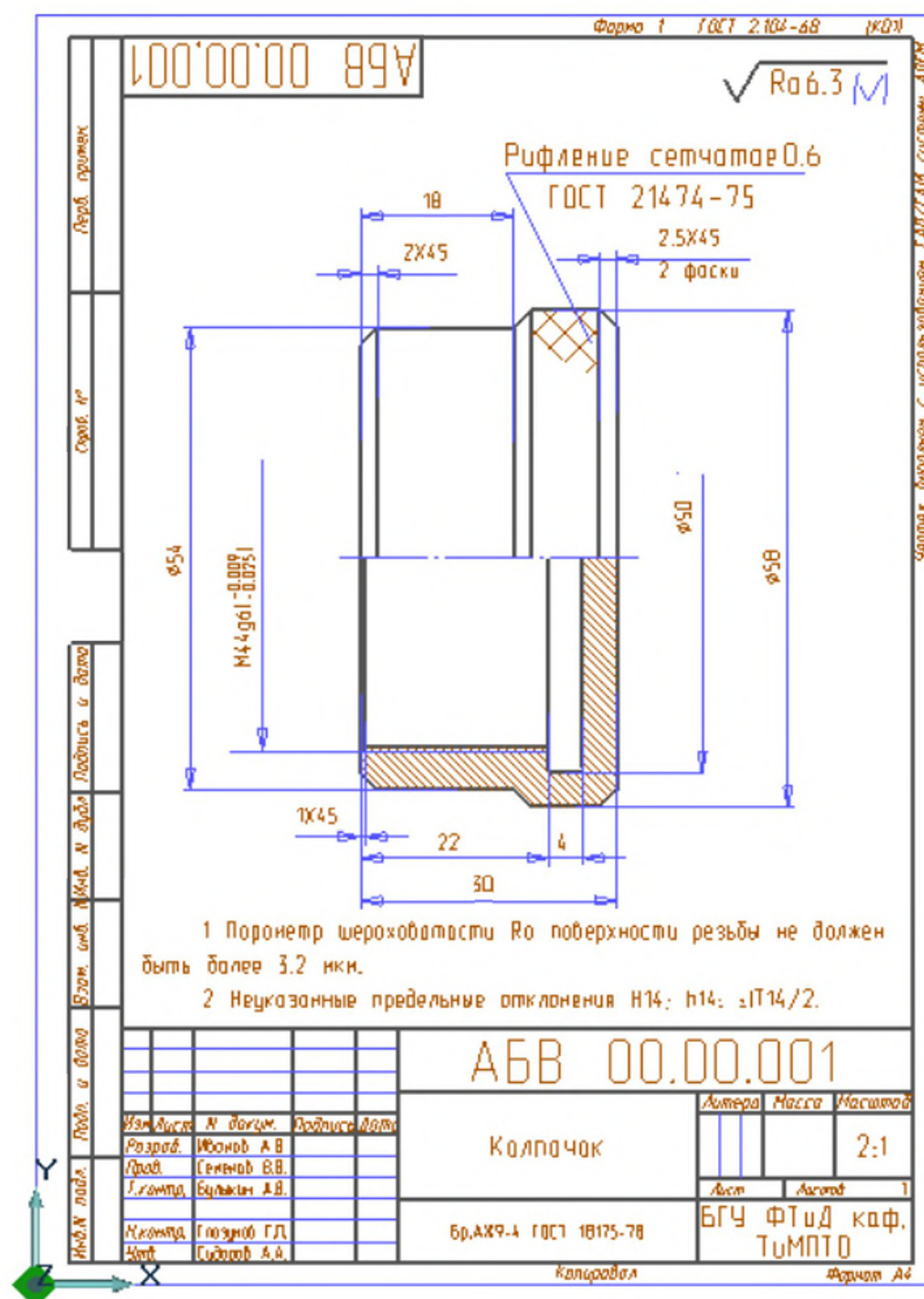


Рис. УЭ8.22

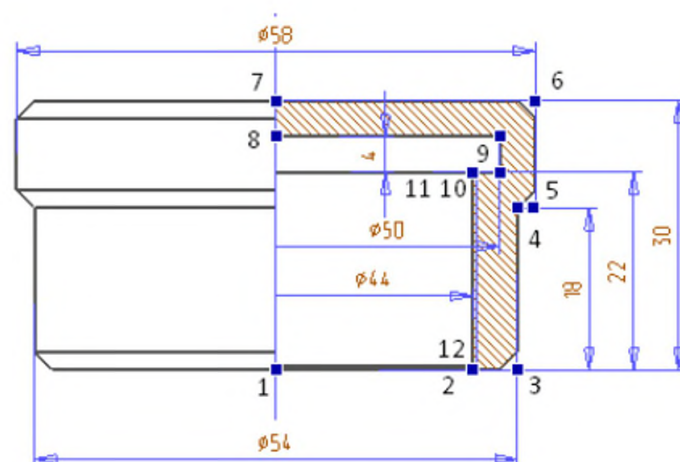



Рис. УЭ8.23

№ точки	X	Y	№ точки	X	Y
1	0	0	7	0	30
2	22	0	8	0	26
3	27	0	9	25	26
4	27	18	10	25	22
5	29	18	11	22	22
6	29	30	12	22	0


Шаг 2. Простановка опорных точек профиля.

Установить курсор в нужное место на поле чертежа и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат **X** и **Y**. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре. Для обозначения каждой точки выполнять следующие действия: **X** — **численное значение из таблицы** — **Enter** — **Y** — **численное значение из таблицы** — **Enter** — **N** (например, для точки 2 **X** — **22** — **Enter** — **Y** — **0** — **Enter** — **N**) и так последовательно для каждой точки профиля 1—12 (см. рис. УЭ8.13).

Шаг 3. Построение контура профиля.

Подвести курсор к кнопке **Замкнутый контур**  и включить эту команду щелчком левой кнопки «мыши». Перемещением курсора и нажатиями левой кнопки «мыши» указать все узлы (1—12) профиля детали. Нажать среднюю кнопку «мыши» или клавишу **Esc** для завершения построения (см. рис. УЭ8.14).

Шаг 4. Получение объемной модели детали.

Установить масштаб 1 : 1. Объемную модель детали получим вращением созданного профиля вокруг заданной оси. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» запустить команду **Вращение** . В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите Профили/Esc**. Указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» выбрать созданный ранее профиль (см. шаг 3), он подсветится оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Откроется окно ввода параметров. В поле **Угол** ввести величину угла вращения 360 (рис. УЭ8.24). Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре.

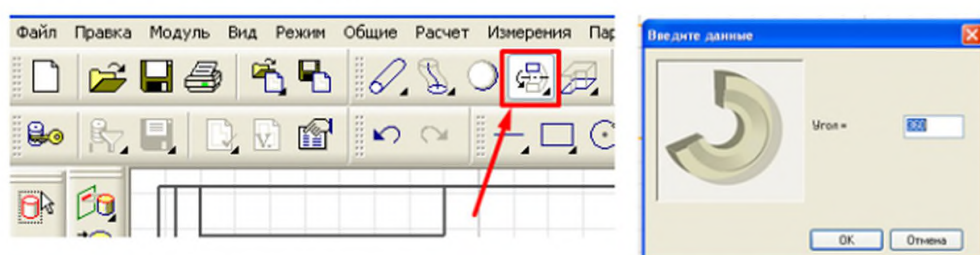


Рис. УЭ8.24

В строке состояния появится запрос **Ребро/Точка/Esc**. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на осевую линию О—О, определяющую ось вращения. Будет построено объемное тело детали, изображение которого будет расположено параллельно плоскости экрана (рис. УЭ8.25, а). Для получения изометрического вида (рис. УЭ8.25, б) надо нажать кнопку 1, для обратного действия — нажать кнопку 2.

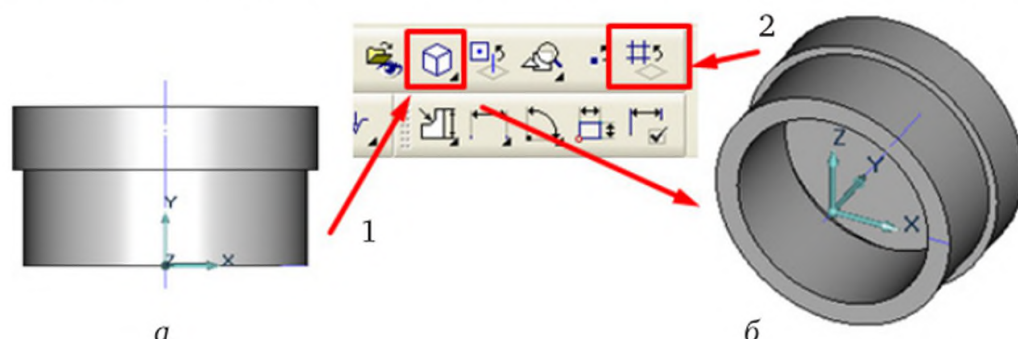


Рис. УЭ8.25

Шаг 5. Редактирование объемной модели.

Редактирование выполненной объемной модели состоит из получения фасок на кромках. Для образования фасок на кромках указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Фаска на ребре** (1) включить эту команду. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопкой «мыши» выделить ребра, на которых будут образованы фаски $2,5 \times 45^\circ$ (2) и $1 \times 45^\circ$ (3). Они поменяют цвет на красный (рис. УЭ8.26).

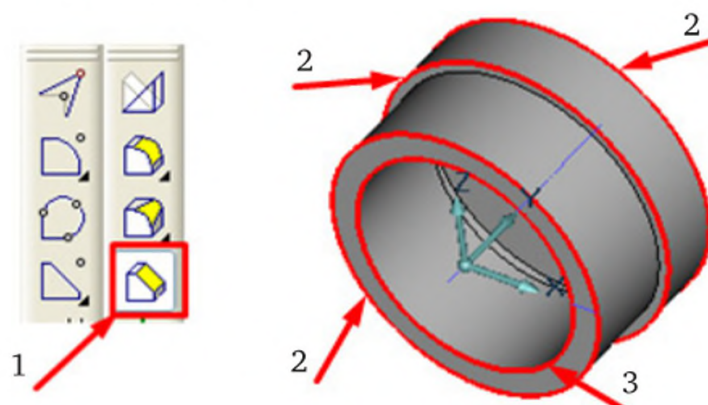


Рис. УЭ8.26

После нажатия средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc** на экране появится окно **Введите данные**. Так как согласно чертежу все фаски равнобедренные и под углом 45° , то заполним только поле **Фаска 1** = (1), численное значение фасок — 2,5 мм для фасок на наружных кромках и 1 мм для фаски на внутренней кромке. После нажатия на кнопку **ОК** (2) или клавиши **Enter** на модели на указанных ребрах образуются фаски указанного размера (рис. УЭ8.27).

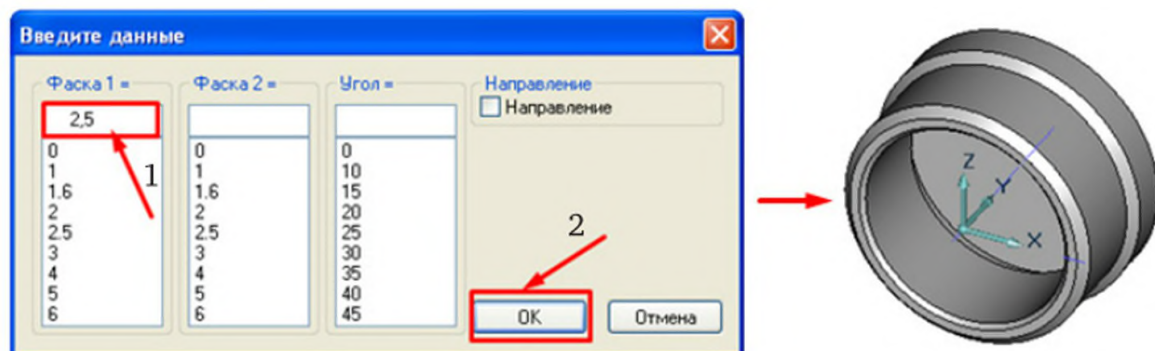


Рис. УЭ8.27

Шаг 6. Сохранение объемной модели.

Для сохранения выполненной разработки под новым именем подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши» и не отпуская ее выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2). Откроется поле **Сохранить как**, в нем создать новую или открыть нужную папку (3), ввести имя файла в поле **Имя файла** (4) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (5). Выполненная разработка (6) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ8.28).

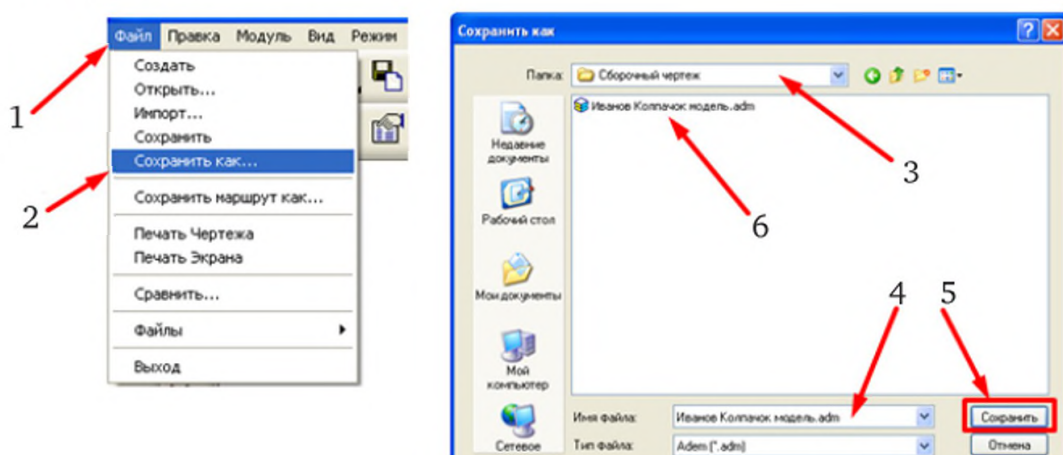


Рис. УЭ8.28

Шаг 7. Получение чертежного вида.

Для построения чертежного вида с объемной модели указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели** (1) на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля. В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды** (2), отпустить левую кнопку «мыши». Появится диалоговое окно **Получение видов**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки отметить флажком поле **Главный** (3). Нажать кнопку **ОК** (4) или клавишу **Enter** на клавиатуре. Указать курсором, где на рабочей плоскости будет располагаться построенный чертеж, щелкнуть левой кнопкой «мыши». На рабочем поле останутся объемная модель и чертежный вид (рис. УЭ8.29).

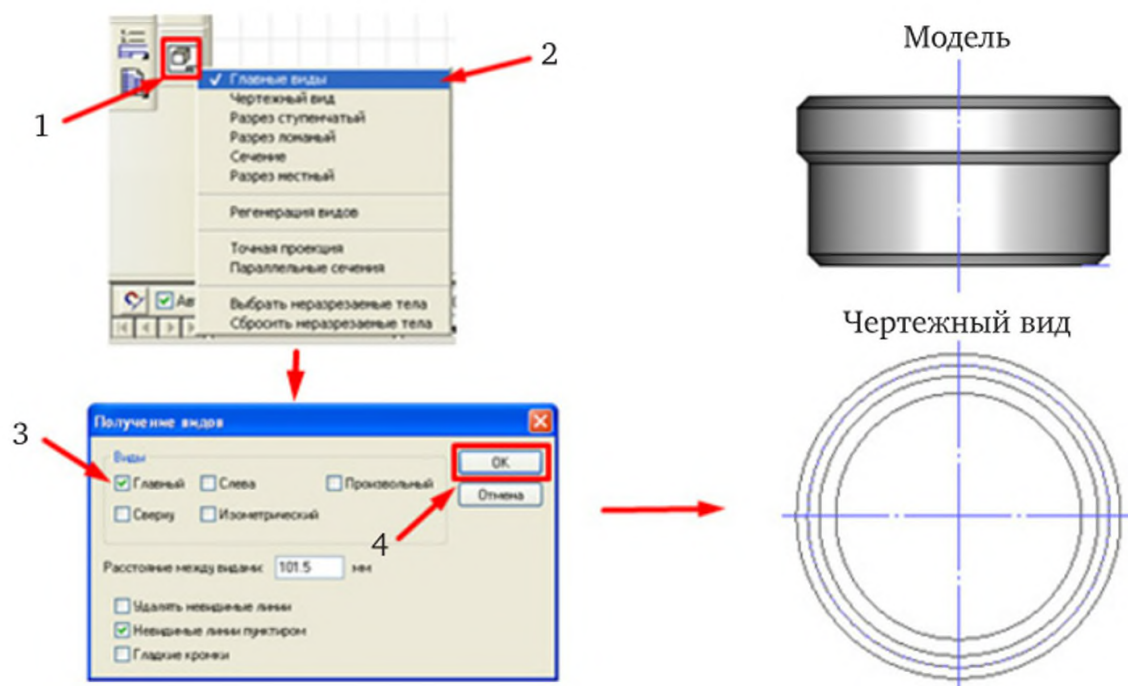


Рис. УЭ8.29

Шаг 8. Выполнение разреза.

Установить масштаб 2 : 1. Для выполнения разреза указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели** на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля (см. рис. УЭ6.27). В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Разрез ступенчатый**, отпустить левую кнопку «мыши». В появившемся окне **Вид для отрисовки** поле **Обозначение** оставить незаполненным, нажать кнопку **ОК**. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Плоский вид?**.

Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на чертежный вид сверху, контур этого вида изменит черный цвет на оранжевый, а в нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Линия разреза**. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» на чертежном виде сверху начало линии разреза (1) и конечную точку (2). Нажать среднюю кнопку «мыши», на экране появится контур разреза. Указанием курсора установить изображение контура разреза в нужное место и щелкнуть левой кнопкой «мыши», изображение разреза примет вид, как на рис. УЭ8.18.

Шаг 9. Загрузка листа формата А4.

Данный шаг полностью идентичен шагу 10 в УЭ 6.

На данном шаге выполняются следующие действия.



1. Поскольку для выполнения чертежа детали понадобится только изображение разреза, остальные построения можно удалить. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента** на панели слева от поля построений, нажатием левой кнопки «мыши» открыть список с видами выделений (см. рис. УЭ6.27) и выделить строку **2D и 3D**. Указанием курсора

и щелчками левой кнопки «мыши» выделить объемную модель и чертежный вид сверху, выбранные объекты окрасятся в красный цвет.


2. Нажать кнопку **Удалить** , выбранные элементы будут удалены. В области построений останется изображение разреза.

3. Для установки нужного формата с шаблоном основной надписи использовать пункт меню **Режим — Формат листа** (см. рис. УЭ6.28). В открывшемся окне **Формат листа** указанием курсора на стрелку поля **Размер** и щелчком левой кнопки «мыши» открыть выпадающий перечень форматов и выделить формат **A4**. В блоке **Дополнительно** отметить **Загрузить первый лист**, определить направление формата **Вертикальный**, зафиксировать выбранное нажатием кнопки **ОК**.

На экране появится изображение вертикального формата A4 размером 210 × 297 мм по ГОСТ 2.301—68 с основной надписью.


4. Для переноса изображения разреза в центр формата нажать кнопку **Выбор элемента** , на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать строку **2D только**, переводом курсора на изображение разреза и нажатием левой кнопки «мыши» выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет. Нажать и удерживать кнопку **Перенос** , выбрать курсором строку **Перенос** в дополнительном меню, отпустить левую кнопку «мыши» (см. рис. УЭ6.29).

5. Выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши контур разреза, линии окрасятся в малиновый цвет, зафиксировать выделение контура нажатием средней кнопки мыши. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» обозначить **Исходную точку** на элементе. Указанием курсора в **Исходную точку** перенести изображение разреза в центр формата A4 и щелчком левой кнопки «мыши» зафиксировать это положение.


Для снятия выделения перемещенного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

Результат см. на рис. УЭ8.19.

Шаг 10. Заполнение основной надписи и оформление технических требований.

Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства**, которое открывается указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке команды **Свойства документа**  (1). В закладке **Общие** (2) заполняются сведения об изделии (3) и фамилии разработчика и проверяющих лиц (4). Сведения о материале детали и виде заготовки выбираются в закладке **Материалы** (5) из базы данных, открывающейся кнопкой по стрелке 6. Из папки **Сплавы меди** (7) нужно выбрать позицию **БрАЖ9-4 ГОСТ 18175—78** (8). Занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК** (рис. УЭ8.30).

Сведения об организации заносятся в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации** (см. рис. УЭ2.5).

Разработка технических требований. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Технические требования**  (1) на вертикальной панели слева от рабочего поля (рис. УЭ8.31). Появится

диалоговое окно **Технические требования**. Технические требования можно ввести с клавиатуры, а типовые для различных типов изделий имеются в базе данных. Для ввода ТТ с клавиатуры нажать кнопку 2, появится окно **Требование** (см. по стрелке 2), в котором с клавиатуры набрать текст ТТ (3) и нажать кнопку **ОК** (4), текст перенесется в окно **Технические требования** (5). Пункт 2 ТТ выбрать из базы данных, которая открывается кнопкой 6. Выбранный текст (7) будет перенесен в окно **Технические требования**. После завершения формирования перечня ТТ нажать кнопку **ОК** (8) для переноса ТТ на формат.

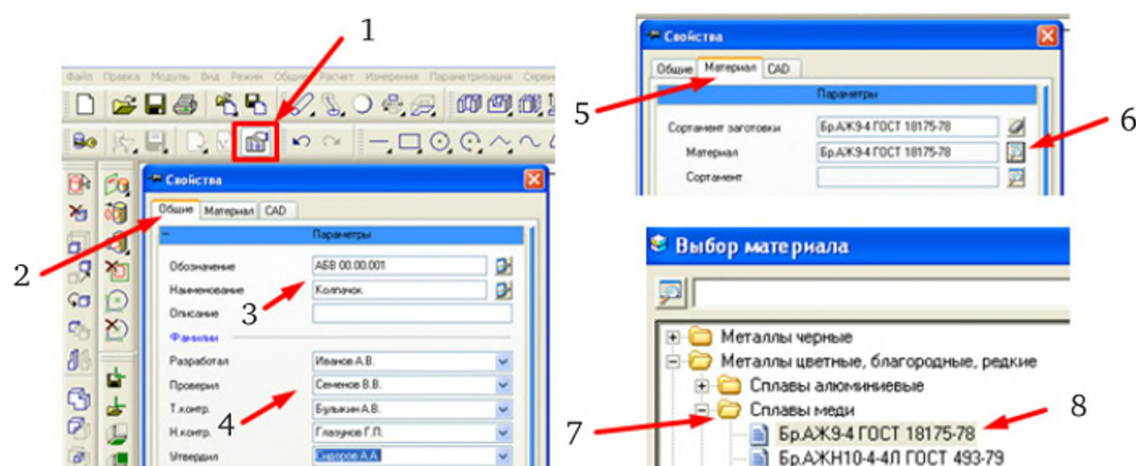


Рис. УЭ8.30

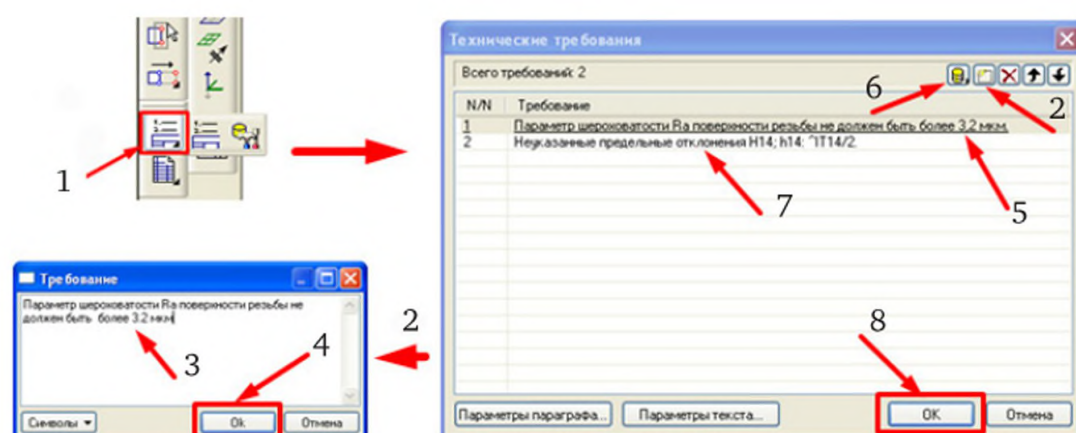


Рис. УЭ8.31

Заполненная основная надпись и технические требования для разработанной детали приведены на рис. УЭ8.20.

Шаг 11. Оформление чертежного вида.

Для разработанной детали регламентирована шероховатость поверхности для резьбы и для остальных поверхностей. Параметры шероховатости резьбы регламентированы техническими требованиями (ТТ п. 1).

Для простановки обозначения шероховатости, общей для остальных поверхностей, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Обозначение шероховатости** ☒ (1) запустить процедуру простановки обозначения шероховатости поверхности (рис. УЭ8.32).

На экране появится диалог **Обозначение шероховатости**. Выделить значок, который обозначает, что способ обработки поверхностей конструктор не устанавливает (2). Выделить значок **Остальные поверхности** (3) и поставить «птичку» в поле **Общая** (4). В поле **G** ввести значение **Ra 6.3** (5), зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **OK** (6). В правом верхнем углу формата появится значок шероховатости (7), общей для остальных поверхностей.

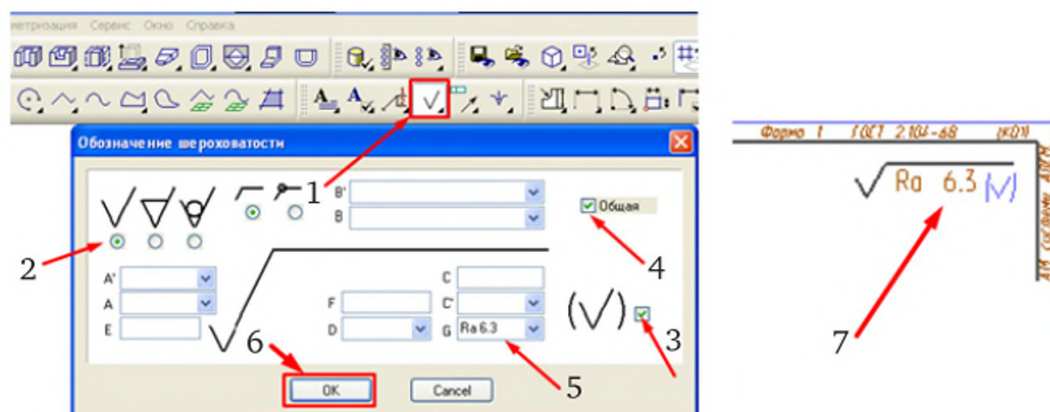


Рис. УЭ8.32

Простановка размеров. Указанием курсора на кнопку **Авторазмер** (1) и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размеров. Для простановки размера наружного диаметра детали после указания курсором и щелчками левой кнопки «мыши» по контурам 2 и 3 расположения размерной стрелки (4) откроется окно **Редактирование размера** (рис. УЭ8.33). Установить значок обозначения диаметра **D** (5), в поле **Размер** появится численное значение внутреннего диаметра втулки 54 (6), для размещения обозначения размера нажать на кнопку **Автопозиционирование** (7). На чертежном виде появится обозначение размера внутреннего диаметра втулки.

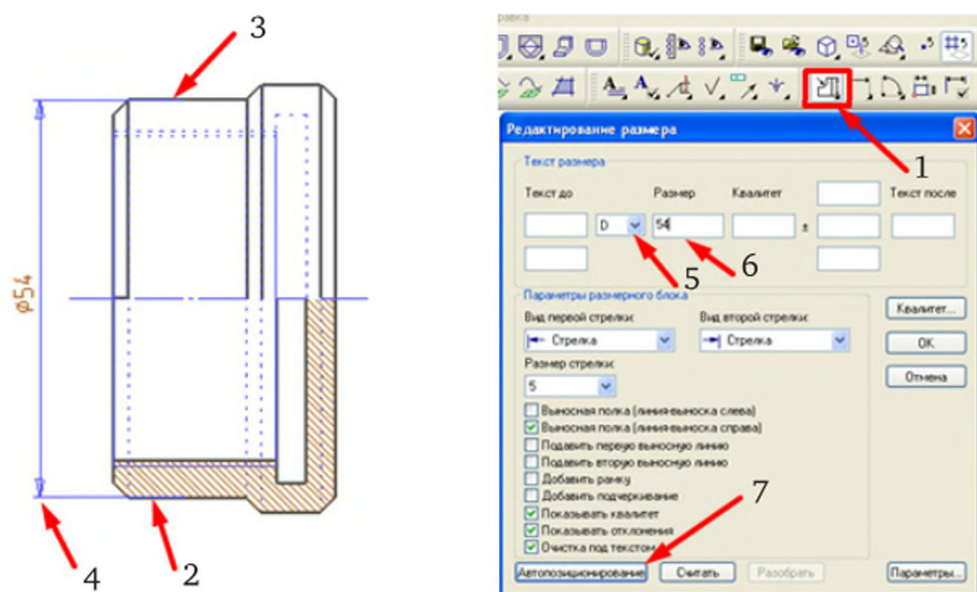


Рис. УЭ8.33

Аналогичным образом проставить остальные размеры на чертежном виде, при необходимости нужно обратиться к разд. 6. В результате получится чертеж, представленный на рис. УЭ8.21.

После выполнения всех операций разработка примет вид, соответствующий требованиям ЕСКД к конструкторской документации (см. рис. УЭ8.22).

Шаг 12. Сохранение разработанного чертежа.

Для сохранения выполненной разработки под новым именем использовать пункт меню **Файл — Сохранить как...**. В открывшемся окне **Сохранить как** создать новую или открыть нужную папку (1), ввести имя файла в поле **Имя файла** (2) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (3). Выполненная разработка (4) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ8.34).

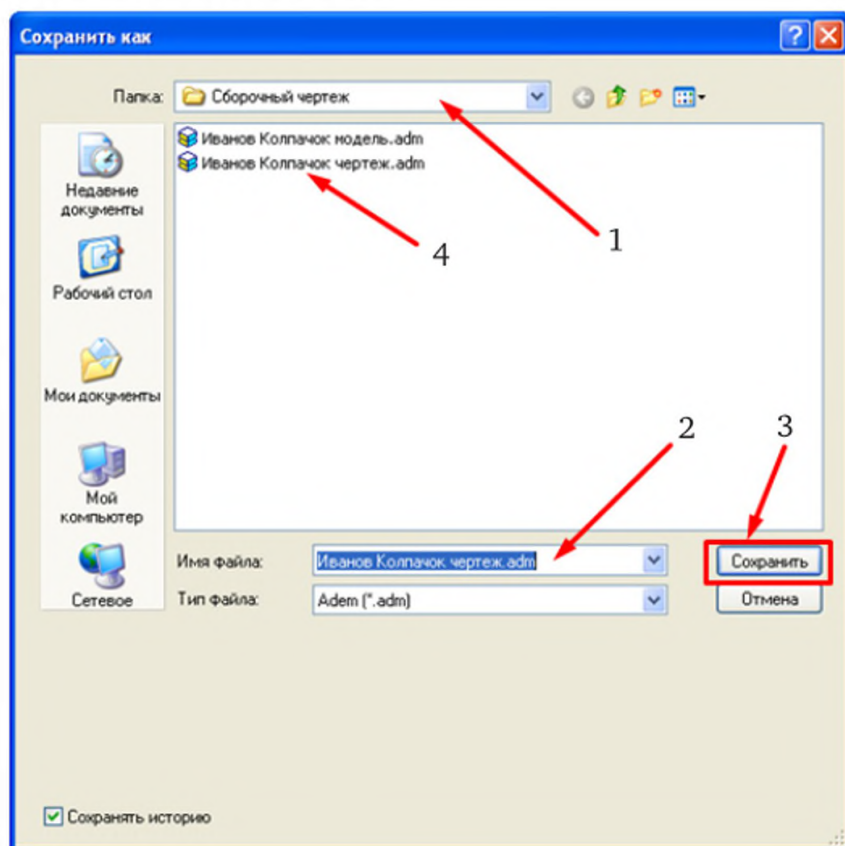


Рис. УЭ8.34

Этап 3. Разработка объемной модели и чертежа детали «корпус»

Разработка выполняется в масштабе 1 : 1. Для установки масштаба заставку **Режимы построений** в нижней части экрана. Открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на стрелку **Масштаб пользователя** раскрывающийся список величин масштабов, выделить 1 : 1 (см. рис. УЭ1.10).

Деталь «корпус» состоит из трех конструктивных элементов: двух тел вращения — резьбовой наконечник для соединения с деталью «угольник» (1) и резьбовая часть для соединения с деталью «колпачок»

(3), а также шестигранника (2). Объемная модель будет создаваться из отдельно построенных этих элементов, объединяемых в единое тело (рис. УЭ8.35).

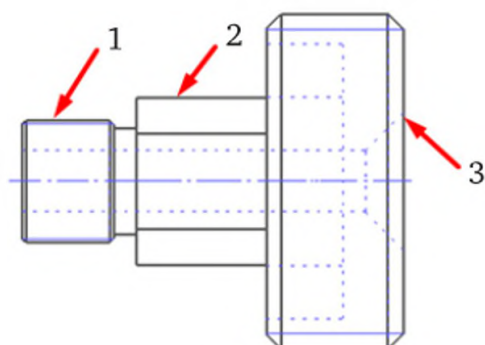


Рис. УЭ8.35

Алгоритм разработки объемной модели и чертежа детали «корпус» выглядит следующим образом:

— выполнение объемной модели шестигранника (рис. УЭ8.36 и УЭ8.37);

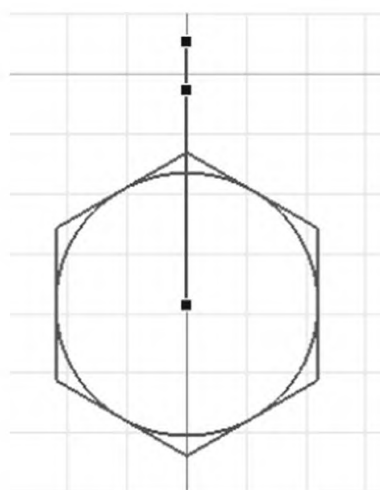


Рис. УЭ8.36

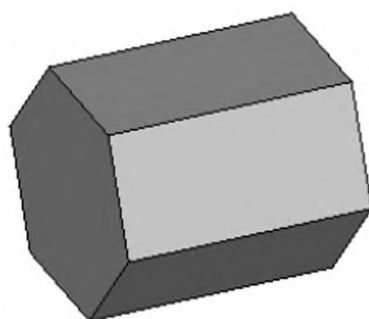


Рис. УЭ8.37

— определение опорных точек профилей для создания объемных моделей двух резьбовых элементов вращением вокруг заданной оси и расчет их координат с учетом их примыкания к торцам шестигранника;

- простановка опорных точек профилей на рабочем поле способом точных перемещений с клавиатуры;
- построение профилей для последующего вращения вокруг оси с помощью команды **Замкнутый контур** (рис. УЭ8.38);

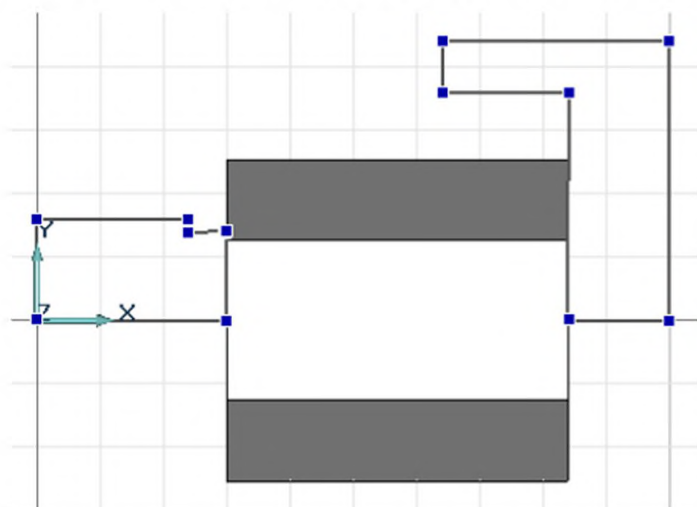


Рис. УЭ8.38

- получение объемных моделей резбовых элементов вращением вокруг заданной оси с помощью команды **Вращение** (рис. УЭ8.39);

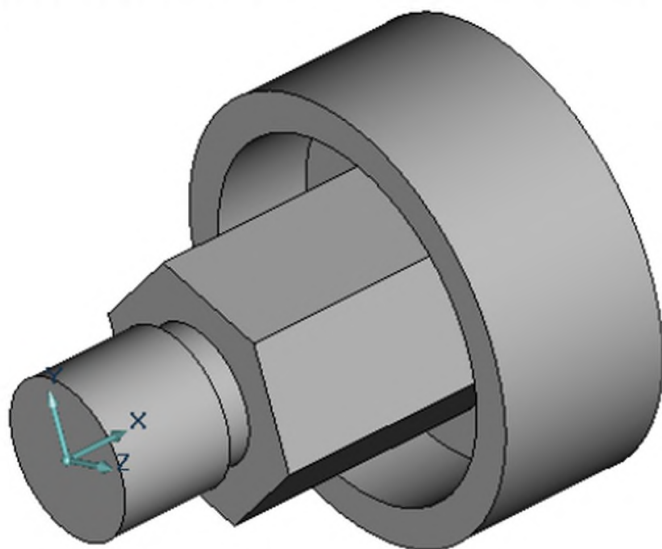


Рис. УЭ8.39

- объединение созданных элементов в одно тело;
- редактирование объемной модели детали — сквозное отверстие;
- редактирование объемной модели детали — фаски (рис. УЭ8.40);
- сохранение объемной модели в отдельном файле;
- получение чертежного вида с объемной модели;
- выполнение разреза на полученном чертежном виде;
- загрузка первого листа формата А4 с основной надписью и перенос чертежного вида с разрезом на формат;
- заполнение основной надписи и технических требований;

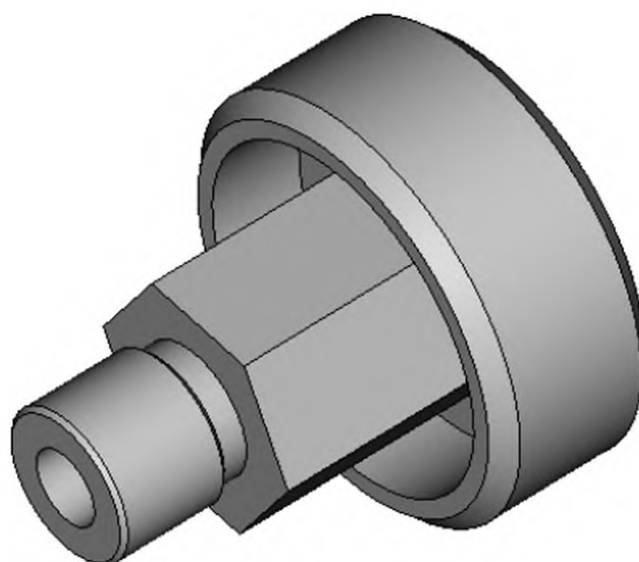


Рис. УЭ8.40

— оформление чертежного вида детали — размеры, шероховатость, технические требования (рис. УЭ8.41);

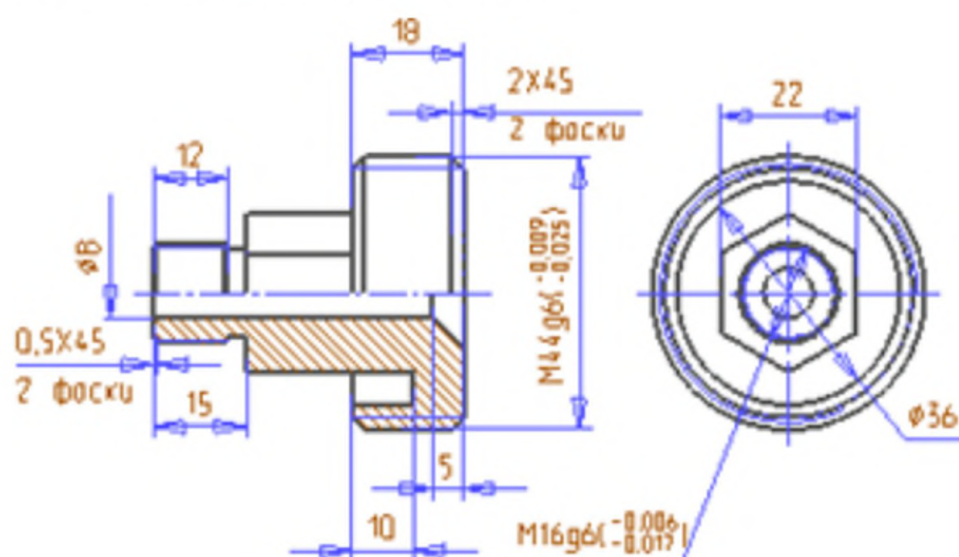





Рис. УЭ8.41

- сохранение разработанного чертежа в отдельном файле;
- распечатка разработанного чертежа (при необходимости).

Шаг 1. Выполнение объемной модели шестигранника.

Для расположения модели вдоль оси X для дальнейших построений развернуть рабочую плоскость на экране нажатием кнопки **Абсолютная рабочая плоскость YZ** . Профилем для шестигранника является правильный многоугольник, описанный около окружности диаметром 22 мм. Для его построения сначала изобразить окружность заданного диаметра (рис. УЭ8.42, а), а затем выполнить следующие действия.

1. Подвести курсор к кнопке **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты** и остановить его на черном треугольнике в правом нижнем углу кнопки, нажать левую кнопку «мыши» (1)

(рис. УЭ8.43). Откроется клавиатура с пиктограммами, удерживая ее, выбрать кнопку **Многоугольник с осями симметрии**  (2) и отпустить левую кнопку «мыши».

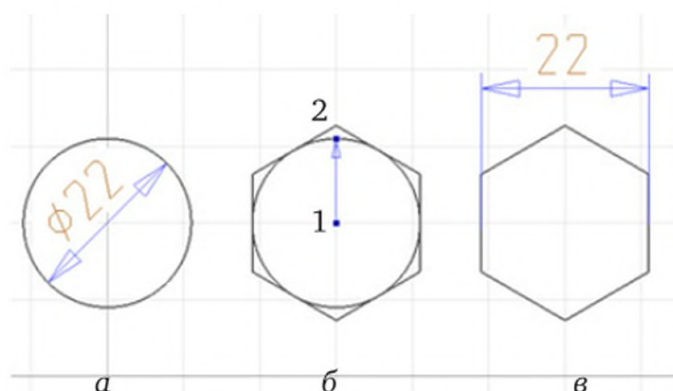


Рис. УЭ8.42

2. В появившемся окне задать число сторон многоугольника **6** в поле **Число сторон** (3), выбрать вид построения **Описанный** (4) и нажать кнопку **ОК** (5).

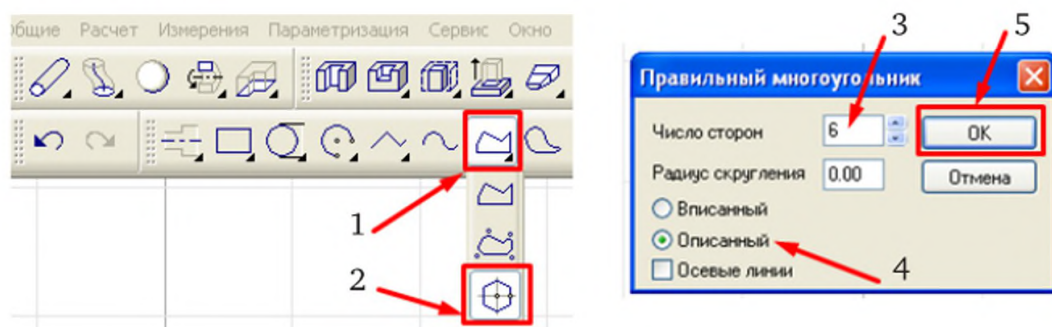




Рис. УЭ8.43

3. Перемещением курсора и поочередным нажатием левой кнопки «мыши» указать центр вспомогательной окружности 1 и точку 2 на окружности (рис. УЭ8.42, б), через которую должна проходить одна из осей симметрии. Будет построен описанный многоугольник заданных размеров, для дальнейших построений удалить построенную ранее вспомогательную окружность (рис. УЭ8.42, в).

4. Для создания шестигранника смещением профиля нажать кнопку **Смещение**  (см. рис. УЭ7.14). В строке состояния появится запрос **Выберите Профили/Esc**.

5. С помощью левой кнопки «мыши» выделить профиль созданного правильного многоугольника. Выбранный элемент подсветится оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Появится окно ввода параметров (рис. УЭ8.44).

6. В поле **Высота** задается величина смещения, равная высоте шестигранника 20 мм. Нажать кнопку **ОК** в окне ввода параметров или клавишу **Enter** на клавиатуре. Будет построена объемная модель шестигранника высотой 20 мм (рис. УЭ8.45, а). Для дальнейших построений

построенную модель необходимо развернуть в плоскость XY нажатием на кнопку **Абсолютная рабочая плоскость XY**  (рис. УЭ8.45, б).

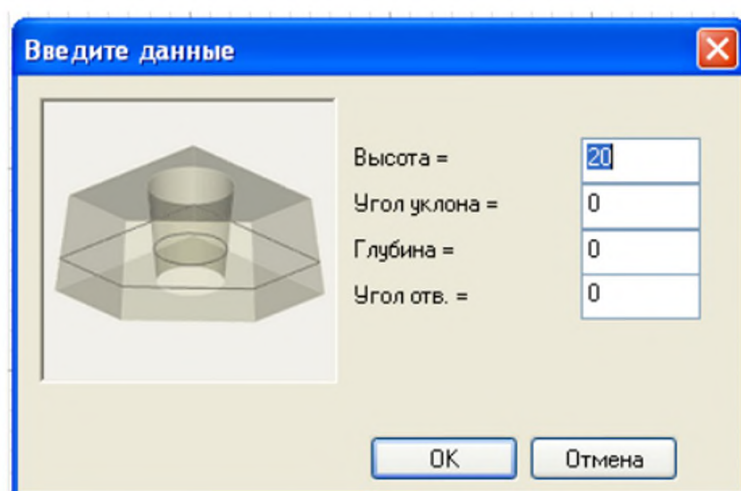


Рис. УЭ8.44

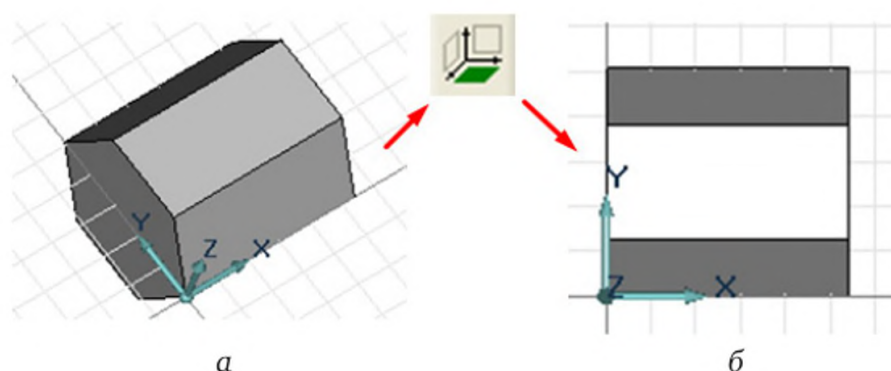



Рис. УЭ8.45

Далее необходимо разработать и присоединить к образованной модели шестигранника объемные модели резьбовых элементов.

Шаг 2. Разработка объемных моделей резьбовых элементов.

1. Определить расположение опорных точек для разработки профилей для получения объемных резьбовых элементов в соответствии с размерами, указанными на эскизе (рис. УЭ8.46, а), зафиксировать их точными перемещениями с заданием координат с клавиатуры и постановкой вспомогательных точек. С помощью команды **Замкнутый контур** изобразить профили будущих моделей 1 и 2 (рис. УЭ8.46, б).

2. Объемные модели получить вращением созданных профилей вокруг оси. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» запустить команду **Вращение** . В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите Профили/Esc**. Указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» выбрать профили 1 и 2, они подсвелятся оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Откроется окно ввода параметров (рис. УЭ8.47). В поле **Угол** ввести величину угла вращения 360. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре.

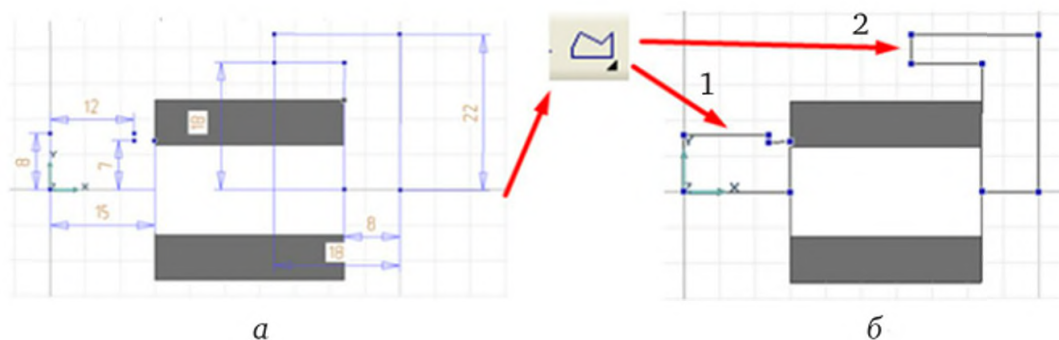


Рис. УЭ8.46

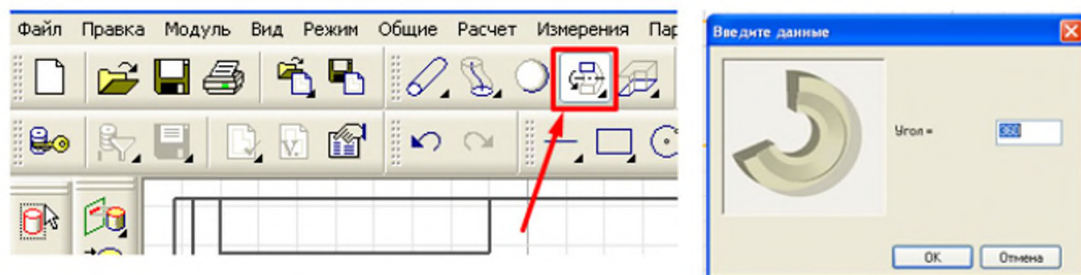


Рис. УЭ8.47

В строке состояния появится запрос **Ребро/Точка/Esc**. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на осевую линию, определяющую ось вращения (рис. УЭ8.48).

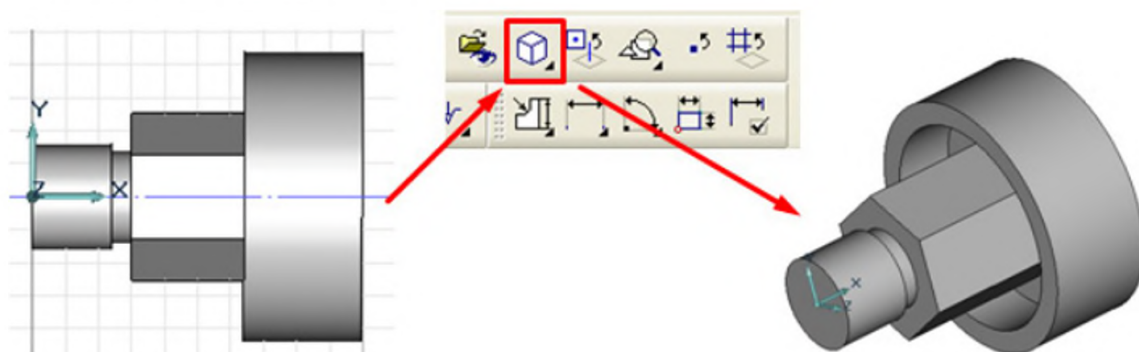




Рис. УЭ8.48

3. Полученная модель состоит из трех элементов, для объединения их в единое тело используется булева операция **Объединение**. Для активации тел указанием курсора, при нажатой левой кнопки «мыши», включить команду **Выбор элемента**  (1), из выпадающего меню выбрать курсором строку **3D только** (2) и отпустить левую кнопку «мыши» (рис. УЭ8.49). Переводя курсор на комплекс тел, нажатием левой кнопки «мыши» выделить их (3), выбранные тела окрасятся в красный цвет. Для получения общего тела из соединенных и активированных тел указанием курсора и щелчком левой «мыши» по кнопке **Объединение элементов**  (4) на вертикальной панели, расположенной слева от рабочего поля, реализовать операцию **Объединение**.

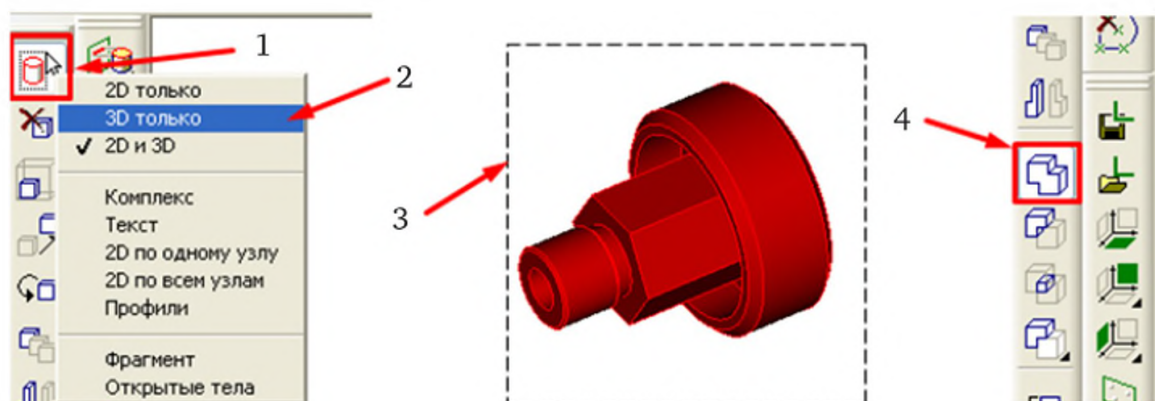


Рис. УЭ8.49

Разработанную модель детали «корпус» необходимо отредактировать — создать сквозное отверстие и установить фаски на кромках в соответствии с чертежом.

Шаг 3. Редактирование объемной модели детали «корпус».

1. В полученной модели (рис. УЭ8.50, а) необходимо выполнить сквозное отверстие диаметром 8 мм. Для создания профиля для получения сквозного отверстия необходимо модель развернуть торцом к рабочей плоскости (рис. УЭ8.50, б), это выполняется указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Абсолютная рабочая плоскость YZ** (1). На рабочей плоскости в центре повернутой торцом модели с помощью команды **Окружность заданного диаметра** (2) построить окружность диаметром 8 мм (3) (рис. УЭ8.45, в).

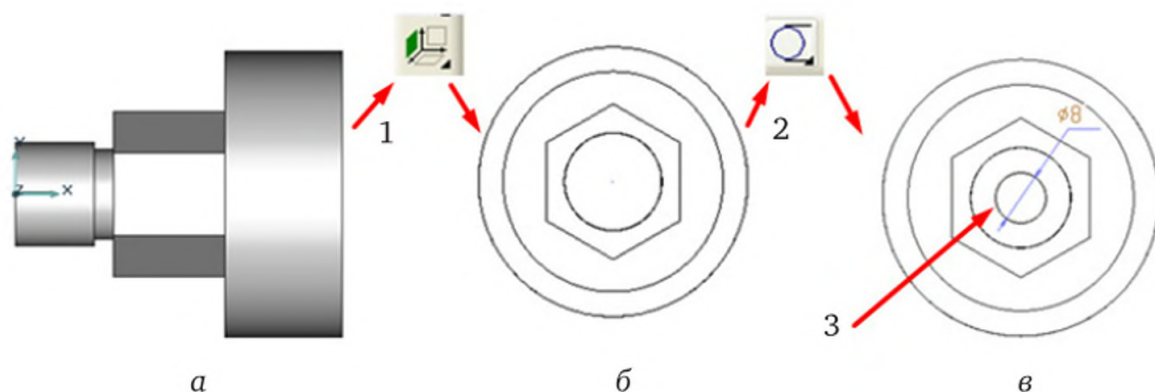


Рис. УЭ8.50

2. Для получения сквозного отверстия, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Сквозное отверстие** (1) запустить команду получения отверстия (рис. УЭ8.51). Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на контур окружности диаметром 8 мм, он изменит цвет на оранжевый. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc**. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на объемное тело, появится сквозное отверстие 2.

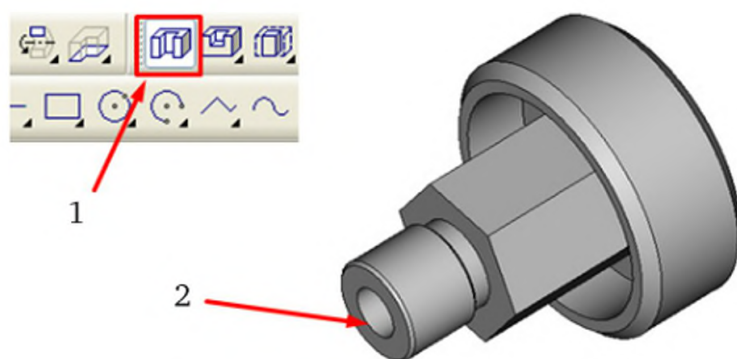



Рис. УЭ8.51

3. Редактирование выполненной объемной модели состоит из получения фасок. На детали имеются фаски трех типоразмеров — $2 \times 45^\circ$ на резьбе М44, $0,5 \times 45^\circ$ на резьбе М16 и $5 \times 45^\circ$ на кромке внутреннего отверстия. Для образования фасок указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Фаска на ребре**  (1) включить эту команду (рис. УЭ8.52). В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить ребра, на которых будут образованы фаски $2 \times 45^\circ$ (2), они поменяют цвет на красный. После нажатия средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc** на экране появится окно **Введите данные**. Так как согласно чертежу все фаски равноусторонние и под углом 45° , то заполнить только поле **Фаска 1 =** (3), численное значение фасок — 2 мм. После нажатия на кнопку **ОК** (4) или клавиши **Enter** на модели на указанных ребрах образуются фаски указанного размера.

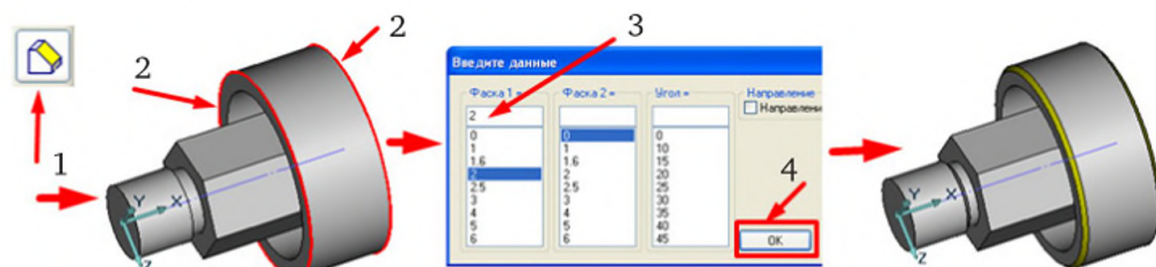


Рис. УЭ8.52

Аналогичным образом формируются остальные фаски. Модель детали «корпус» разработана, ее необходимо сохранить.

Шаг 4. Сохранение объемной модели детали «корпус».

Для сохранения выполненной разработки под новым именем подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши» и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2). Откроется окно **Сохранить как**, в нем создать новую или открыть нужную папку (3), ввести имя файла в поле **Имя файла** (4) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (5). Выполненная разработка (6) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ8.53).

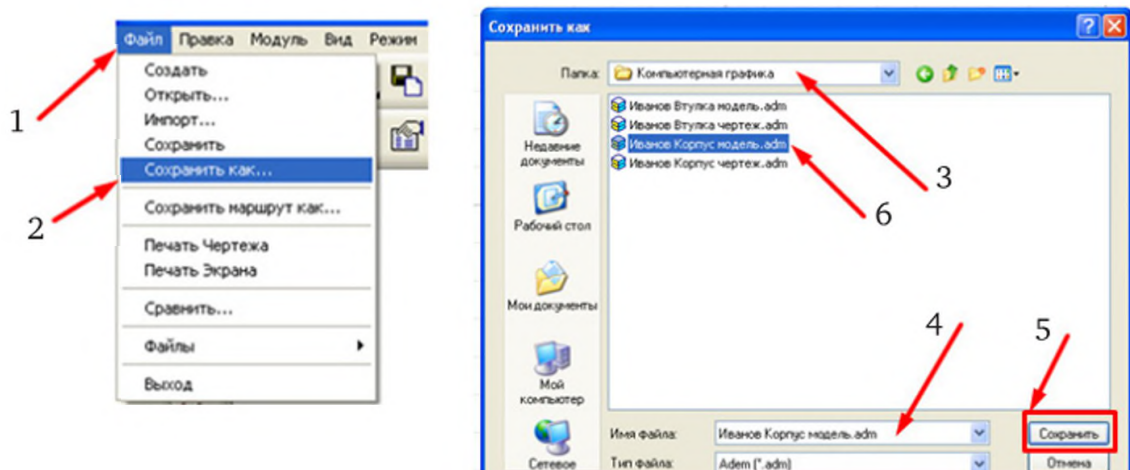


Рис. УЭ8.53

Шаг 5. Получение чертежного вида детали «корпус».

Действия на шаге идентичны действиям шага 7 этапа 2 данного УЭ за тем исключением, что в диалоговом окне **Получение видов** отмечается флажком в блоке **Виды** поле **Слева** (3). На рабочем поле останутся объемная модель и чертежный вид слева (рис. УЭ8.54).

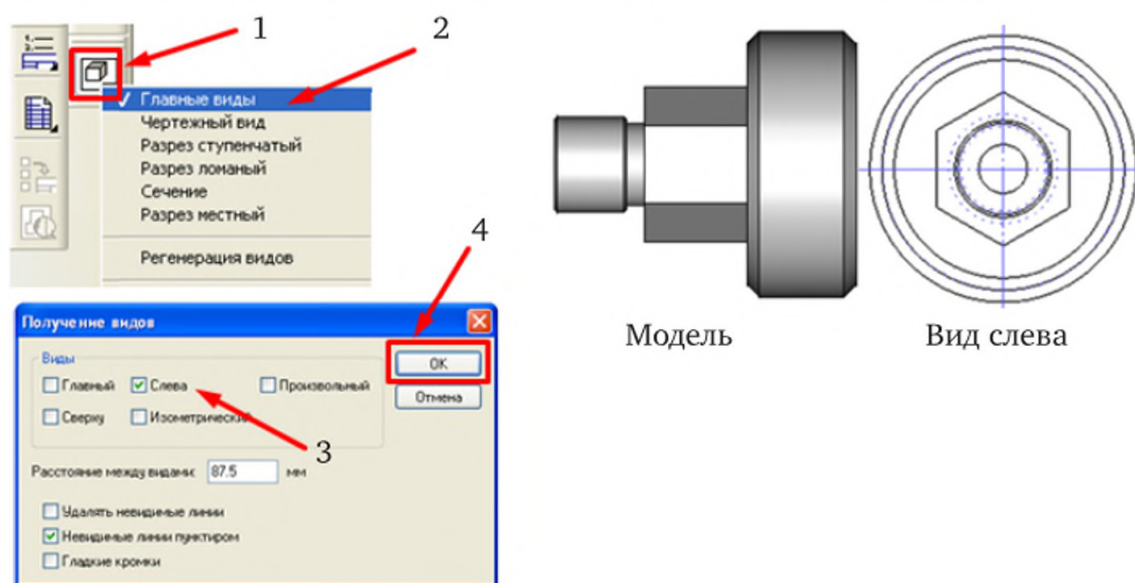


Рис. УЭ8.54

Шаг 6. Получение разреза детали «корпус».

Данный шаг полностью идентичен шагу 8 на этапе 2. Изображение разреза примет вид, как на рис. УЭ8.55.

Теперь необходимо загрузить формат листа А4 с основной надписью и перенести на него полученное изображение.

Шаг 7. Загрузка листа формата А4.

Для выполнения чертежа детали понадобится изображение разреза и чертежного вида слева, модель можно удалить. Действия на данном шаге полностью идентичны действиям на шаге 9 этапа 2 данного УЭ. Результат его см. на рис. УЭ8.56.

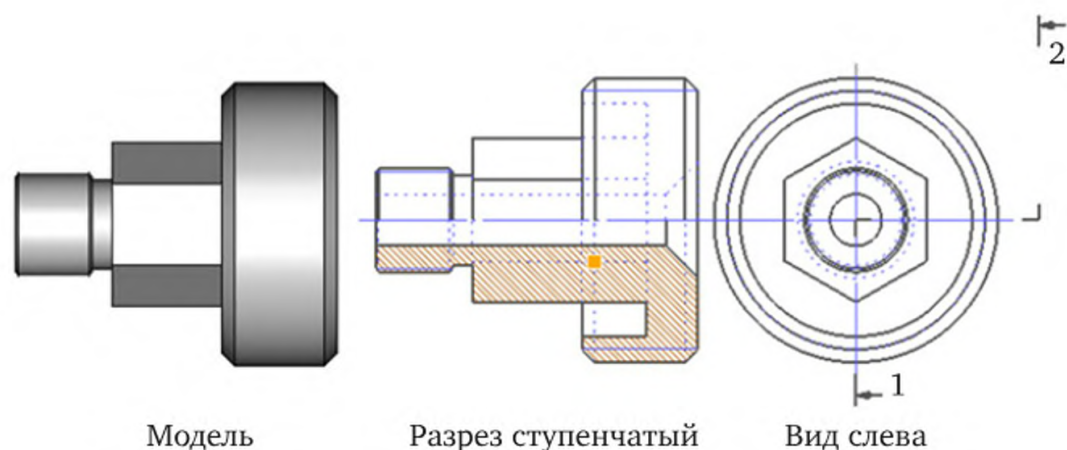


Рис. УЭ8.55

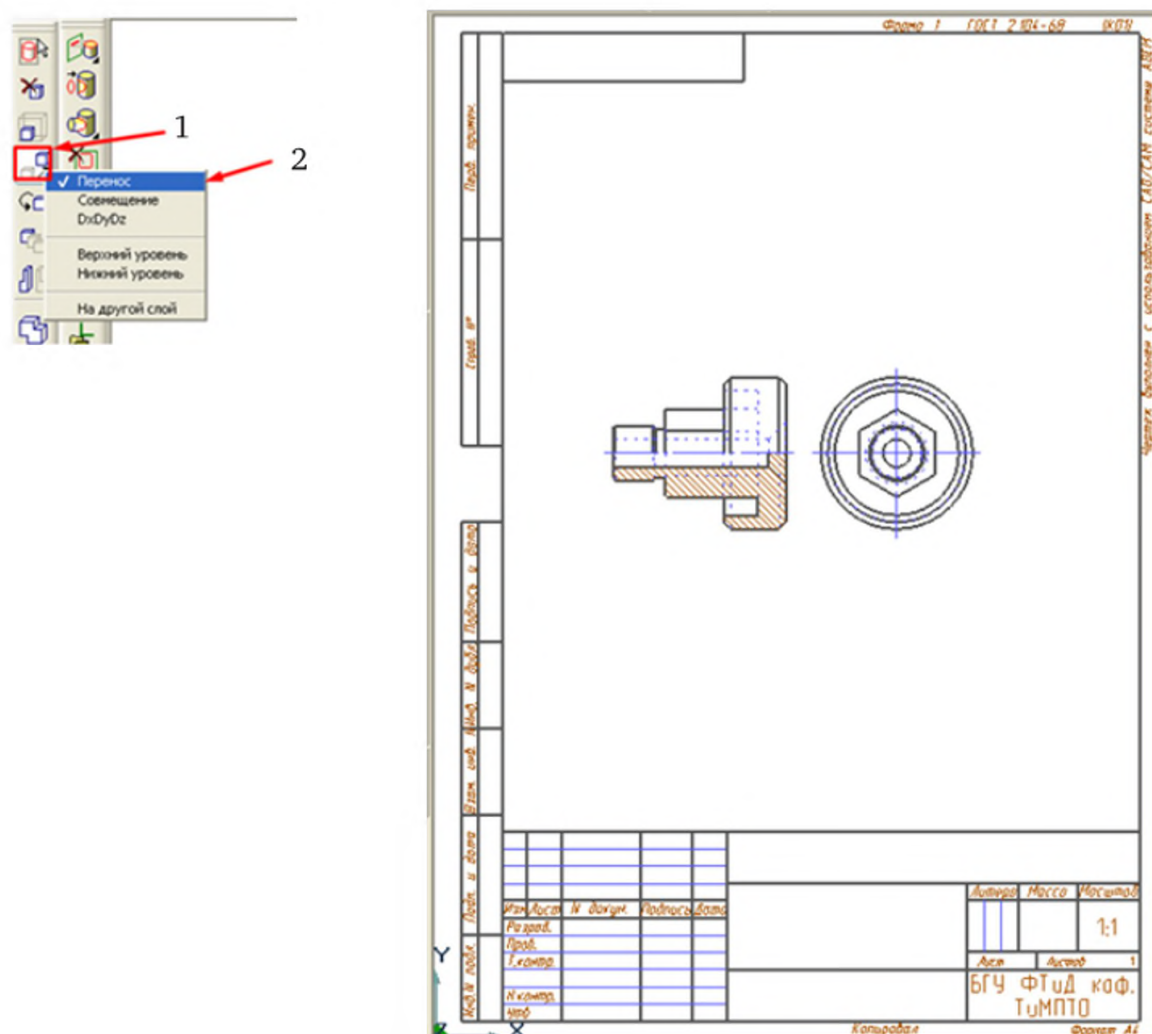


Рис. УЭ8.56

Далее необходимо заполнить основную надпись и подготовить технические требования.

Шаг 8. Заполнение основной надписи и оформление технических требований.

Данный шаг идентичен шагу 10 этапа 2 данного УЭ, с тем отличием, что вводится название детали «корпус».


Заполненная основная надпись и технические требования для разработанной детали приведены на рис. УЭ8.57.

Только для неkomмерческого использования!		1 Параметр шероховатости R_a поверхности резьбы не должен превышать 3.2 мкм		2 Неуказанные предельные отклонения H14: h14: $\pm IT14/2$.						
		<div style="text-align: center; font-size: 24px;">АБВ 00.00.000</div>								
Изм. Лист	Итого	Лист	Итого	Подпись	Дата					
						Разработ.	Иванов А.В.	Литера	Масса	Масштаб
						Проб.	Семенов В.В.			
						Г. контр.	Булкин А.В.			
Исполн.	Глузиков Г.П.	Бр. АЖ9-4 ГОСТ 18175-78		Лист	Листов	1				
Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого	Итого				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Только для неkomмерческого использования! Копировал Формат А1 </div>										

Рис. УЭ8.57

Шаг 9. Оформление чертежного вида.

Для простановки обозначения шероховатости, общей для поверхностей, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Обозначение шероховатости** (1) запустить процедуру простановки обозначения шероховатости поверхности. На экране появится диалог **Обозначение шероховатости**. Выделить значок (2), выделить значок **Остальные поверхности** (3) и поставить «птичку» в поле **Общая** (4). В поле **G** ввести значение **Ra 6.3** (5), нажать кнопку **ОК** (6). На формате появится значок шероховатости (7), общей для остальных поверхностей (см. рис. УЭ8.32).

Простановка размеров. Указать курсором на кнопку **Авторазмер**  (1) (рис. УЭ8.58, а). После указания курсором и щелчками левой кнопки «мыши» по контурам 2 и 3 расположения размерной стрелки (4) откроется окно **Редактирование размера**. Установить значок обозначения резьбы метрической М (5), в поле **Размер** появится численное значение диаметра 44 (6). Нажать кнопку **Квалитет** (рис. УЭ8.58, б, поз. 7), откроется окно **Выбор квалитета** (рис. УЭ8.58, в). Установить вид поверхности **Вал** (поз. 8), выделить значение квалитета **g6** (поз. 9). Зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (10). Нажать на кнопку **Автопозиционирование** (11). Обозначение размера резьбы представлено на рис. (рис. УЭ8.58, г).

Аналогичным образом проставить остальные размеры на чертежном виде, при необходимости обратиться к разд. 6 (рис. УЭ8.59).

После выполнения всех операций разработка примет вид, соответствующий требованиям ЕСКД к конструкторской документации (рис. УЭ8.60).

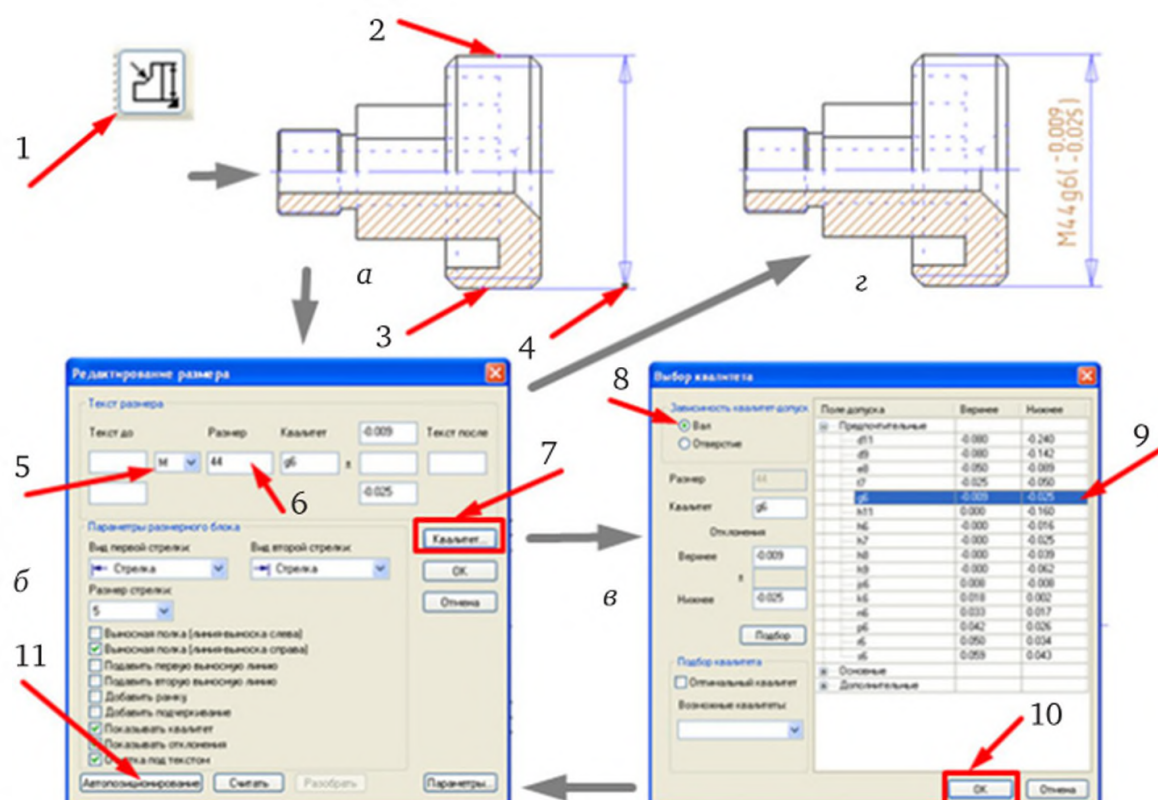


Рис. УЭ8.58

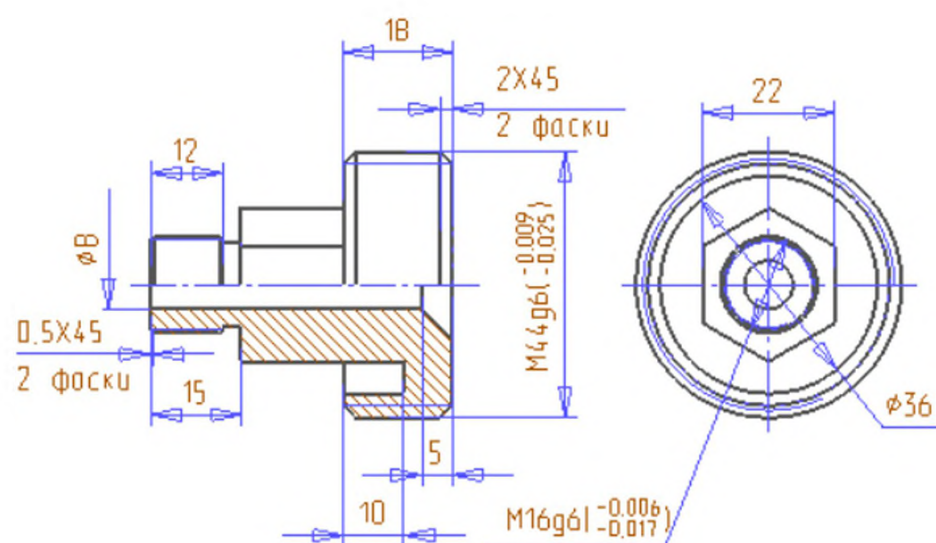


Рис. УЭ8.59

Шаг 10. Сохранение чертежа детали «корпус».

Для сохранения выполненной разработки под новым именем подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши» и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2). Откроется окно **Сохранить как**, в нем создать новую или открыть нужную папку (3), ввести имя файла в поле **Имя файла** (4) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (5). Выполненная разработка (6) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ8.61).

Этап 4. Разработка объемной модели и чертежа детали «угольник»

Разработка выполняется в масштабе 2 : 1. Для установки масштаба заставку **Режимы построений** в нижней части экрана. Открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на стрелку **Масштаб пользователя** раскрывающийся список величин масштабов, выделить 2 : 1 (см. рис. УЭ1.10).

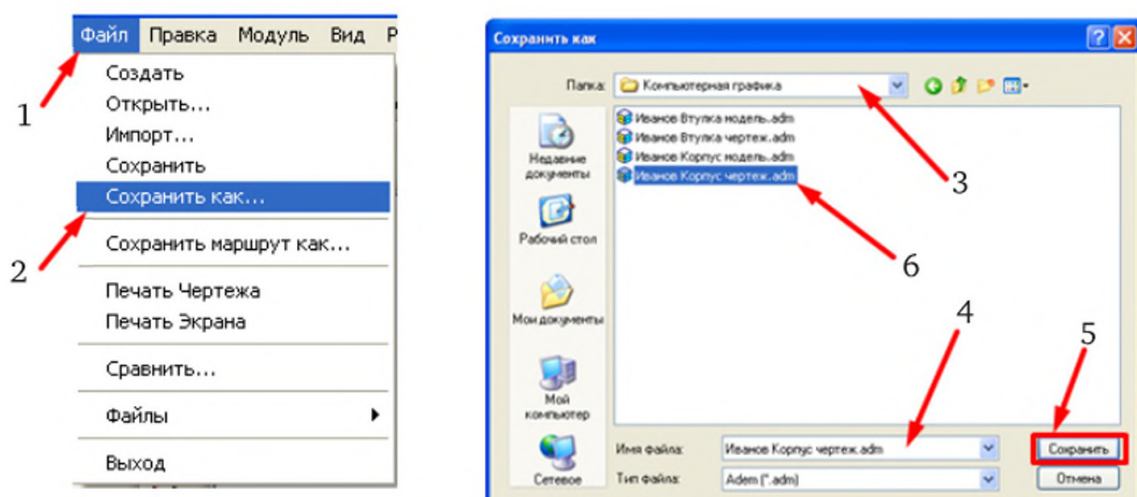


Рис. УЭ8.61

Конфигурация детали представляет собой комбинацию из двух объемных элементов — прямоугольного параллелепипеда и цилиндра.

Алгоритм разработки объемной модели и чертежа детали «угольник» выглядит следующим образом:

- построение профиля для создания объемной модели (рис. УЭ8.62);
- создание элементов модели способами **Проволока** и **Смещение профиля** и объединение их в единое тело (рис. УЭ8.63);

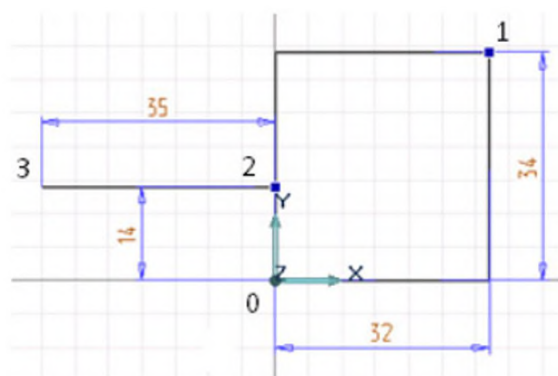


Рис. УЭ8.62

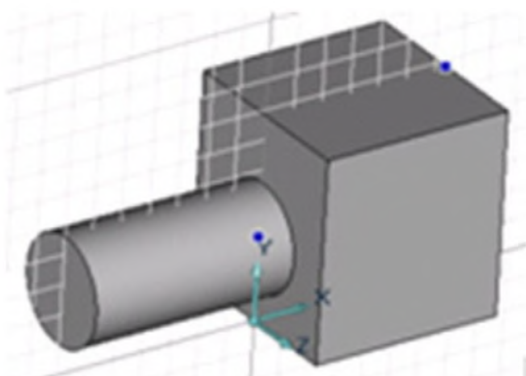


Рис. УЭ8.63

- редактирование модели — образование отверстий (рис. УЭ8.64);
- редактирование модели — образование фасок и скруглений (рис. УЭ8.65);

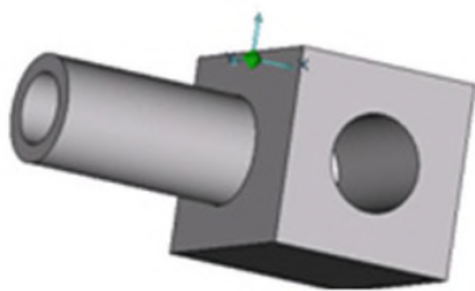


Рис. УЭ8.64

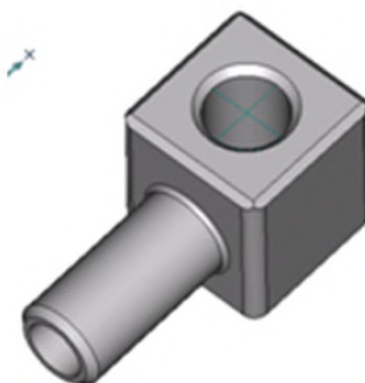


Рис. УЭ8.65

- создание чертежных видов и разреза (рис. УЭ8.66);
- загрузка формата А4 и перенос изображения;
- заполнение основной надписи и подготовка технических требований;
- оформление чертежа — размеры и шероховатость поверхности (рис. УЭ8.67);
- сохранение выполненных разработок.

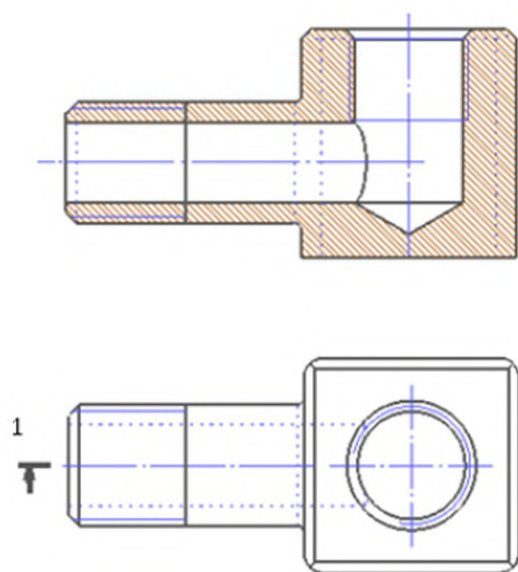


Рис. УЭ8.66

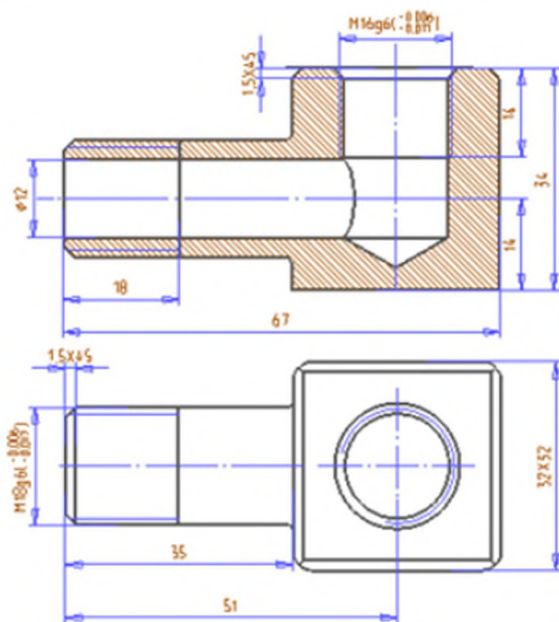


Рис. УЭ8.67

Шаг 1. Определение опорных точек и построение профиля.

Для построения профиля для правильного параллелепипеда в виде прямоугольника требуется наличие точек 0 и 1. Для построения цилиндра требуется направляющая, проведенная через точки 2 и 3 (рис. УЭ8.68). Для их построения нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре, на экране появится изображение стрелок осей координат X и Y (0). Для совмещения точки отсчета с началом осей координат нажать клавишу **Home** на клавиатуре. Для обозначения каждой точки выполнять следующие действия: **X** — численное значение — **Enter** —

N — Y — численное значение из таблицы — Enter — N. Для точки 1 имеем X — 32 — Enter — Y — 34 — Enter — N, для точки 2 X — 0 — Enter — Y — 14 — Enter — N, для точки 3 X — (–35) — Enter — Y — 14 — Enter — N.

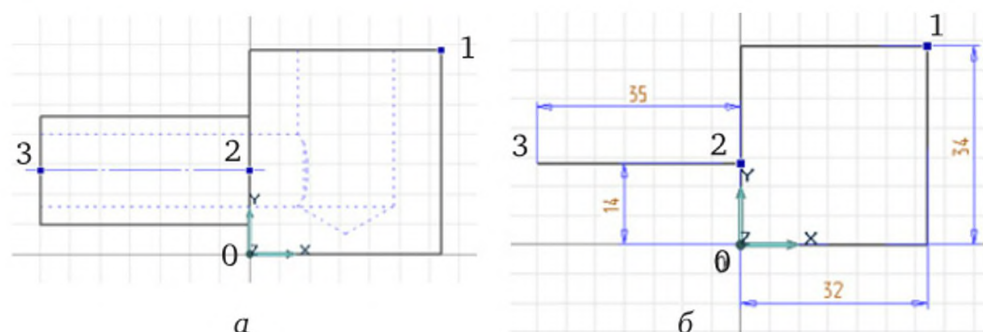




Рис. УЭ8.68

Через точки 0 и 1 выполнить построение прямоугольного профиля с помощью команды **Прямоугольник** , через точки 2 и 3 провести линию с помощью команды **Отрезок** , которая будет образующей для построения цилиндра (см. рис. УЭ8.62).

Шаг 2. Создание объемной модели детали «угольник».

1. Для создания цилиндрического элемента детали нажать на кнопку **Проволока** (рис. УЭ8.69, а, поз. 1). В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Укажите направляющую**. Навести курсор на построенный отрезок (направляющая) и нажать левую кнопку «мыши», отрезок изменит цвет с черного на оранжевый. Нажать среднюю клавишу «мыши» или клавишу **Esc** для завершения выбора. На экране появится окно **Введите данные**, в поле **Диаметр** (2) ввести с клавиатуры диаметр цилиндрической части — 18 (2) и нажать кнопку **ОК** (3). На экране, на месте направляющей, появится объемное изображение цилиндрической части детали (рис. УЭ8.69, б, поз. 4).

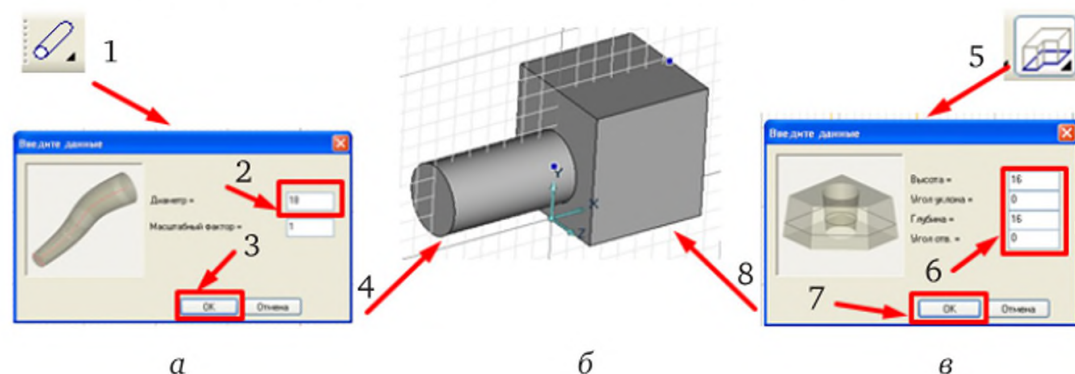




Рис. УЭ8.69

2. Для создания цилиндрического элемента детали нажать на кнопку **Смещение** (рис. УЭ8.69, в, поз. 5). Навести курсор на построенный прямоугольник, нажать левую кнопку «мыши», контур фигуры изменит цвет с черного на оранжевый. Нажать среднюю клавишу «мыши» или

клавишу **Esc** для завершения выбора, на экране появится окно **Введите данные**. В поля **Высота** и **Глубина** (рис. УЭ8.69, в, поз. 6) ввести с клавиатуры численные значения 16 и нажать кнопку **ОК** (7). На экране, на месте прямоугольного профиля, появится объемное изображение правильного параллелепипеда (рис. УЭ8.69, б, поз. 8).

3. Для объединения созданных элементов в единое тело используется булева операция **Объединение**. Для активации тел указанием курсора, при нажатой левой кнопки «мыши» включить команду **Выбор элемента**  (1), из выпадающего меню выбрать курсором строку **3D только** (2) и отпустить левую кнопку «мыши». Переводя курсор на комплекс тел, нажатием левой кнопки «мыши» выделить их (3), выбранные тела окрасятся в красный цвет. Для получения общего тела из соединенных и активированных тел указанием курсора и щелчком левой «мыши» по кнопке **Объединение элементов**  (4) на вертикальной панели, расположенной слева от рабочего поля, реализовать операцию **Объединение** (рис. УЭ8.70).

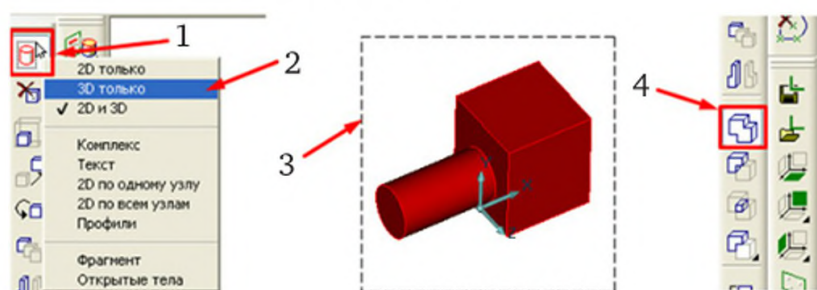


Рис. УЭ8.70

4. Для выполнения редактирования модели необходимо развернуть ее в плоскости XY на 180° . Повернуть модель торцом к рабочей плоскости нажатием кнопки 1. Нажать и удерживать кнопку **Поворот** (3), в появившемся контекстном меню выделить **Угол** (4). В открывшемся окне ввести значение угла поворота **180** (5), указать направление поворота (6) и нажать кнопку **ОК** (7). Изображение повернется на угол 180° (8) (рис. УЭ8.71).

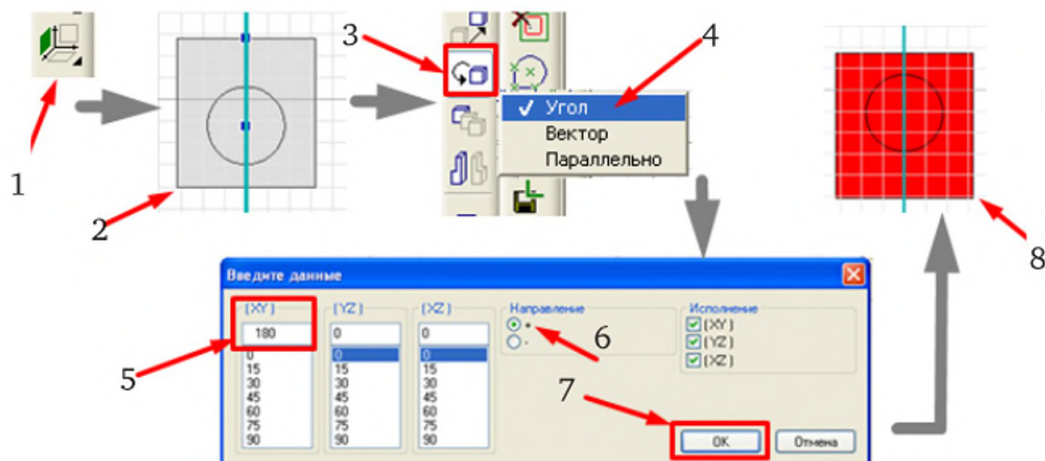


Рис. УЭ8.71

Шаг 3. Редактирование модели — образование отверстий.

1. Для образования отверстия диаметром 12 мм в цилиндрической части детали из выпадающей панели инструментов выбрать команду **Отверстие по нормали к поверхности** (1). В появившемся окне **Отверстие** заполнить поля $d = 12$, $h = 44$, $b = 120$ и нажать кнопку **ОК** (2). Подвести курсор к центру цилиндра и щелкнуть левой кнопкой «мыши», в цилиндрической части детали будет образовано отверстие диаметром 12 мм (3) (рис. УЭ8.72).

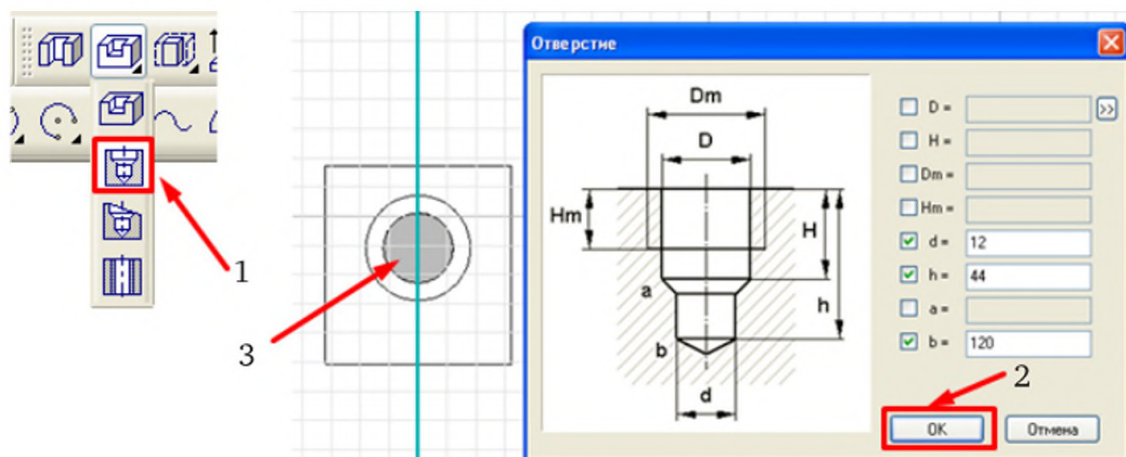




Рис. УЭ8.72

2. Для разворота модели нажать кнопку **Абсолютная рабочая плоскость XY** , и изображение детали примет нужное положение относительно рабочей плоскости. Нажать на кнопку **Отверстие**  и из выпадающей панели инструментов выбрать команду **Отверстие по нормали к поверхности** (1). В появившемся окне **Отверстие** заполнить поля $D = 14.5$, $Dm = 16$, $Hm = 16$, $d = 14.5$, $h = 28$, $b = 120$ и нажать кнопку **ОК** (2). Подвести курсор к центру грани и щелкнуть левой кнопкой «мыши», в детали будет образовано резьбовое отверстие М16(3) (рис. УЭ8.73).

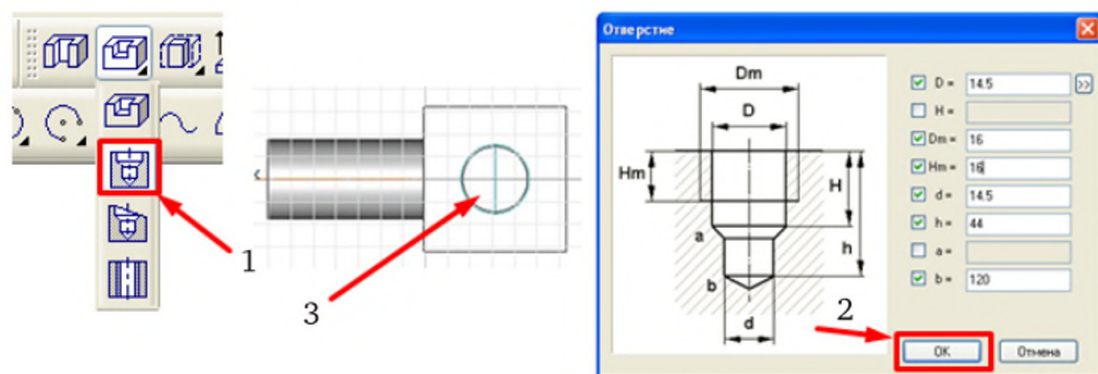


Рис. УЭ8.73

Изображение модели примет вид, показанный на рис. УЭ8.74. Дальнейшее редактирование модели предусматривает формирование фасок на кромках и скругление кромок.

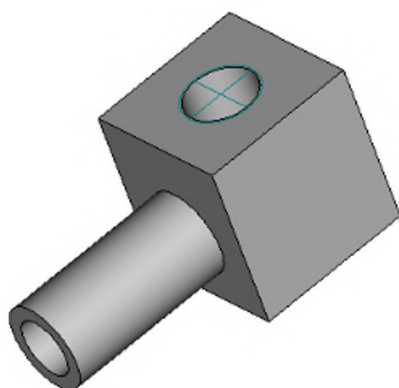


Рис. УЭ8.74

Шаг 4. Редактирование модели — образование фасок.

На детали имеются фаски одного типоразмера — $1,5 \times 45^\circ$ на резьбовых поверхностях и ребрах верхней грани. Для образования фасок указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Фаска на ребре** (1) включить эту команду. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить ребра, на которых будут образованы фаски (рис. УЭ8.75, а, поз. 2), они поменяют цвет на красный. После нажатия средней кнопки «мыши» или клавиши **Esc** на экране появится окно **Введите данные**. Так как согласно чертежу все фаски равносторонние и под углом 45° , то заполнить только поле **Фаска 1** = (3), численное значение фасок — 1,5 мм. После нажатия на кнопку **ОК** (4) или клавиши **Enter** на модели на указанных ребрах образуются фаски указанного размера (рис. УЭ8.75, б).



Рис. УЭ8.75

Шаг 5. Редактирование модели — образование скруглений.

Для образования скруглений на ребрах указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Постоянное скругление** (1) включить эту команду. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопки «мыши» выделить ребра, на которых будут образованы скругления (рис. УЭ8.76, а, поз. 2 и 3). Они поменяют цвет на красный. После выделения ребер нажать среднюю кнопку «мыши» или клавишу **Esc**. В нижней части экрана слева появится поле для ввода радиуса скругления. Ввести с клавиатуры в поле **Радиус** = 3. После

нажатия на кнопку **OK** или клавиши **Enter** на модели на указанных ребрах образуются скругления указанного радиуса (рис. УЭ8.76, б).

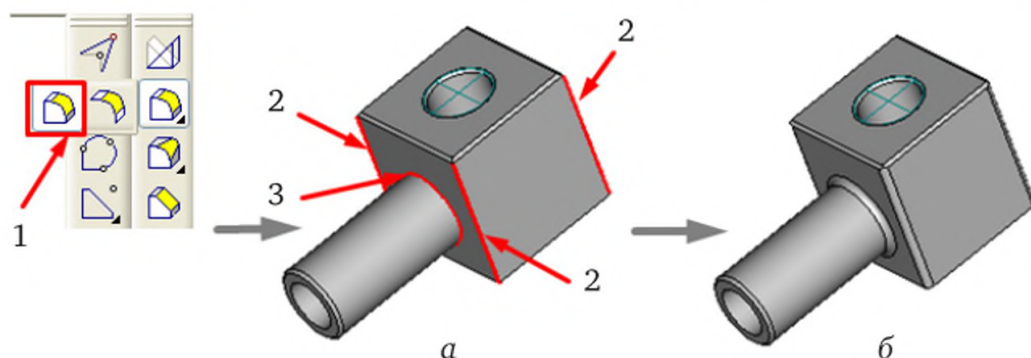


Рис. УЭ8.76

Шаг 6. Сохранение объемной модели.

Для сохранения выполненной разработки подвести курсор к пункту меню **Файл** (1), нажать левую кнопку «мыши» и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню строку **Сохранить как...** (2). Откроется окно **Сохранить как**, в нем открыть нужную папку (3), ввести имя файла в поле **Имя файла** (4) и щелкнуть левой кнопкой «мыши» по кнопке **Сохранить** (5). Выполненная разработка (6) будет сохранена в указанной папке (рис. УЭ8.77).

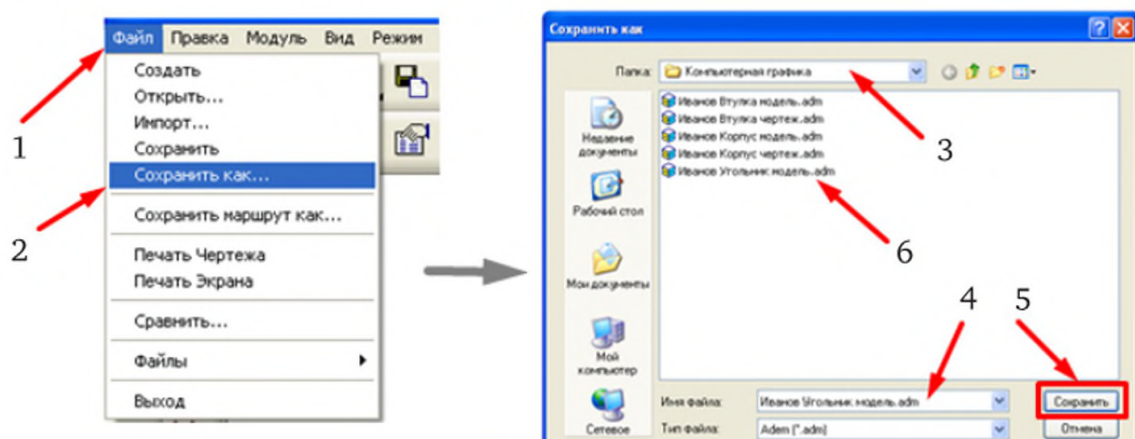


Рис. УЭ8.77

Шаг 7. Получение чертежного вида.

Данный шаг аналогичен шагу 7 этапа 2 данного УЭ. На рабочем поле останутся объемная модель (рис. УЭ8.78, а) и главный вид (рис. УЭ8.78, б).

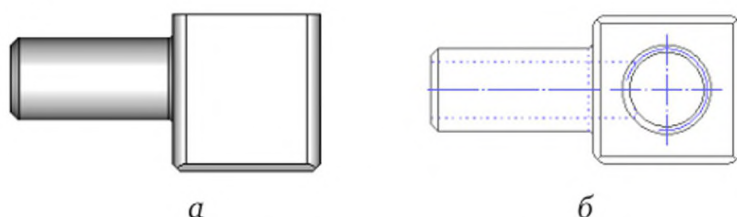


Рис. УЭ8.78

Шаг 8. Выполнение разреза.

Данный шаг аналогичен шагу 8 этапа 2 данного УЭ. Изображение разреза примет вид, как на рис. УЭ8.66.

Шаг 9. Загрузка листа формата А4.

Данный шаг аналогичен шагу 9 этапа 2 данного УЭ. Результат представлен на рис. УЭ8.79.

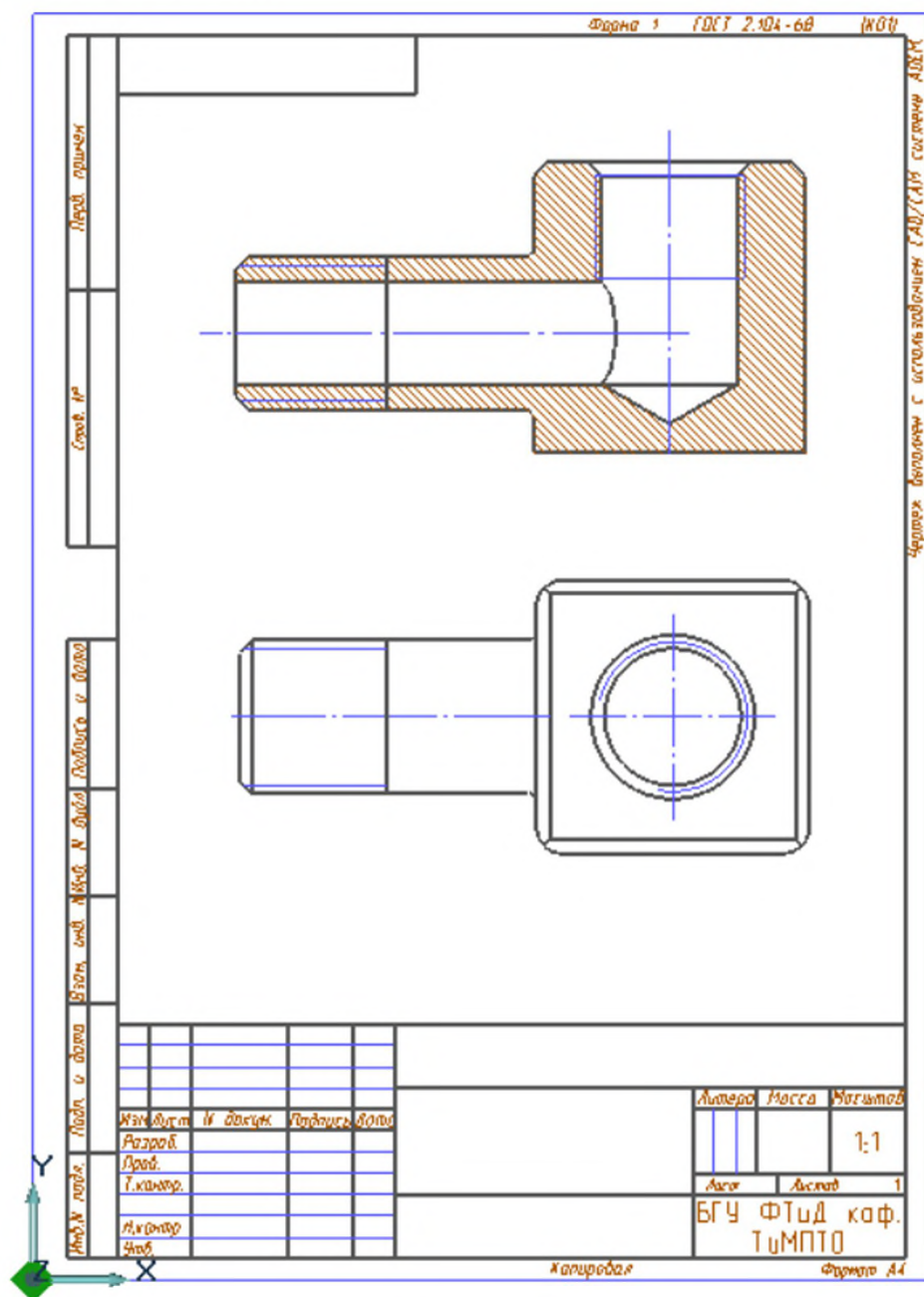


Рис. УЭ8.79

Шаг 10. Заполнение основной надписи и оформление технических требований.

Данный шаг идентичен шагу 10 этапа 2 данного УЭ, с тем отличием, что вводится название детали «угольник».

Заполненная основная надпись и технические требования для разработанной детали приведены на рис. УЭ8.80.

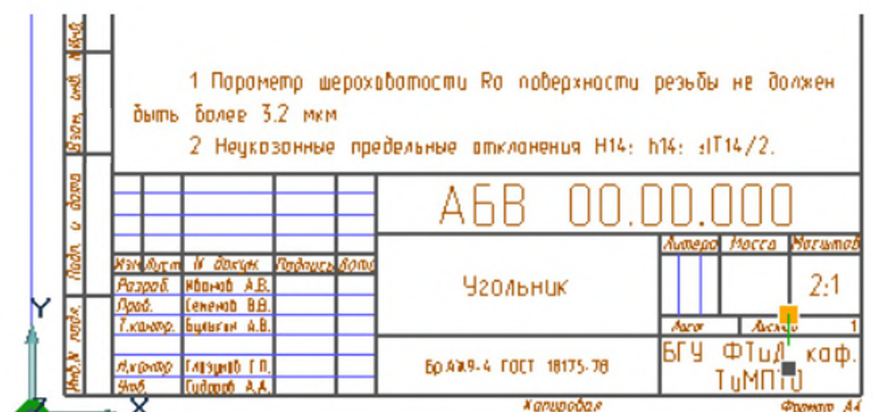


Рис. УЭ8.80

Шаг 11. Оформление чертежного вида.

Данный шаг идентичен шагу 9 этапа 3 данного УЭ. Результат представлен на рис. УЭ8.67.

После выполнения всех операций разработка примет вид, соответствующий требованиям ЕСКД к конструкторской документации (рис. УЭ8.81). Сохранить выполненный чертеж в своей папке.

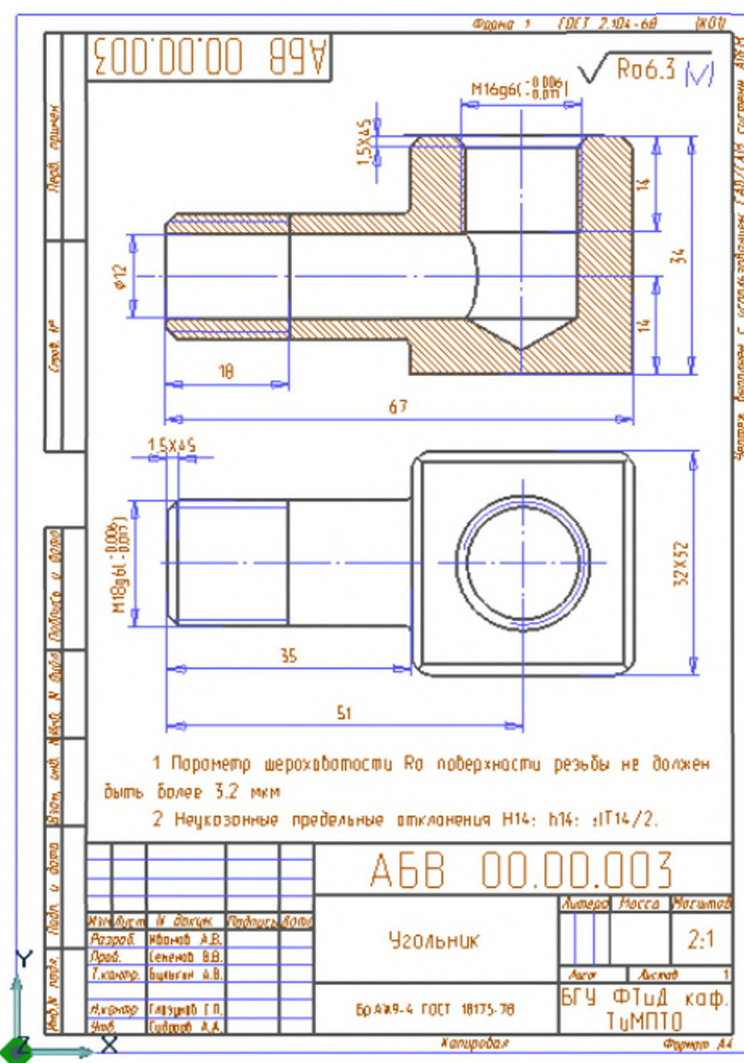


Рис. УЭ8.81

Этап 5. Получение чертежного вида под сборки из деталей «колпачок» и «корпус»

Алгоритм выполнения этого этапа выглядит следующим образом:

- перенос на один формат моделей деталей «колпачок» и «корпус»;
- соединение этих деталей в под сборку;
- получение чертежного вида под сборки с разрезом.

Шаг 1. Открытие формата с моделью детали «корпус».

1. Открыть файл с моделью детали «корпус». Через пункт меню **Файл** (1) выбрать из контекстного меню строку **Открыть...** (2). В появившемся окне **Открыть** выбрать файл с моделью детали «корпус» и нажать кнопку **Открыть**. На экране появится изображение модели детали «корпус» (3) (рис. УЭ8.82).

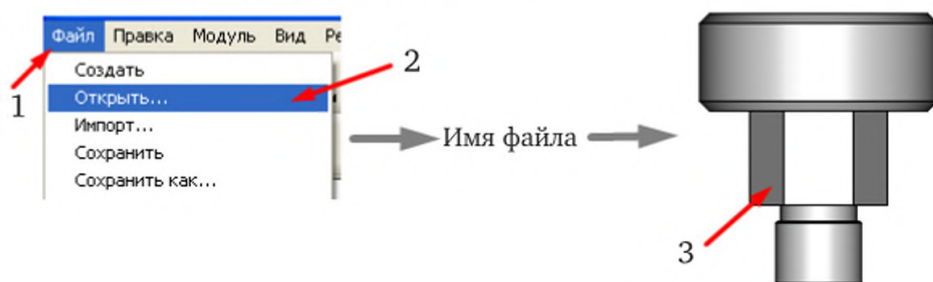


Рис. УЭ8.82

2. Для переноса модели детали «корпус» на формат с моделью детали «колпачок» активировать изображение модели (1 и 2), оно будет окрашено в красный цвет (3). В контекстном меню **Правка** (4) выбрать строку **Копировать** (5) (рис. УЭ8.83).

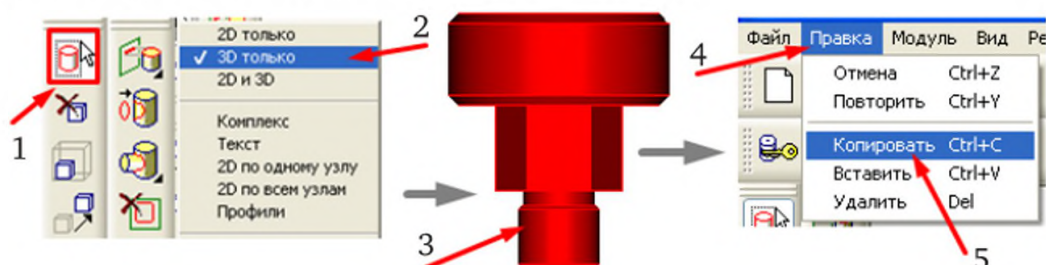


Рис. УЭ8.83

Шаг 2. Открытие формата с моделью детали «колпачок».

Аналогично шагу 1 открыть файл с моделью детали «колпачок» через пункт меню **Файл** (1), выбрав из контекстного меню строку **Открыть...** (2). В появившемся окне **Открыть** выбрать файл с моделью детали «колпачок» и нажать кнопку **Открыть**. На экране появится изображение модели детали «колпачок» (3) (рис. УЭ8.84).

Шаг 3. Перенос деталей на один формат и объединение.

1. В открытом файле с моделью детали «колпачок» через пункт меню **Правка** (1) выбрать в контекстном меню строку **Вставить** (2). На экране помимо модели детали «колпачок» появится модель детали «корпус» (3) (рис. УЭ8.85).

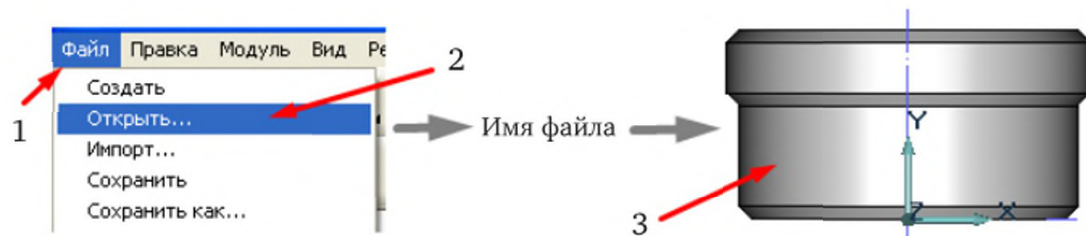


Рис. УЭ8.84

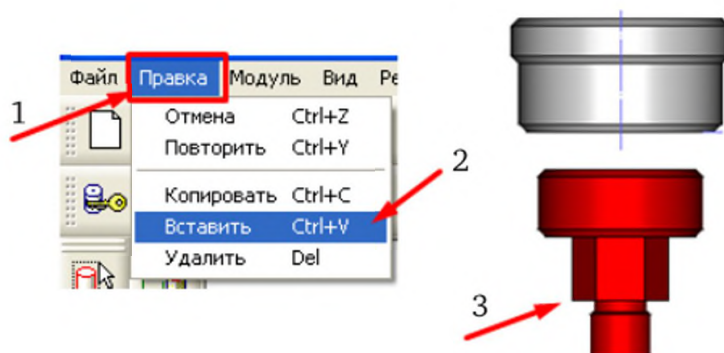


Рис. УЭ8.85

2. Включить команду **Перенос** (1), из контекстного меню выделить строку **Перенос** (2) и указанием курсора передвинуть модель детали «корпус», ранее выделенную и окрашенную в красный цвет, до соединения с моделью детали «колпачок» (3) (рис. УЭ8.86). Щелчком левой кнопки «мыши» зафиксировать расположение моделей. Для снятия выделения нажать кнопку **Выбор элемента** . Выполненную модель под сборки сохранить.

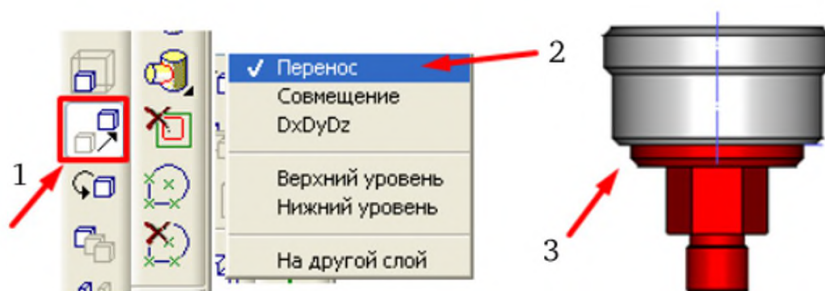


Рис. УЭ8.86

Шаг 4. Получение чертежного вида.

Для построения чертежного вида с объемной модели указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели** (1). В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды** (2), отпустить левую кнопку «мыши». Появится диалоговое окно **Получение видов**, отметить флажком в блоке **Виды** поле **Главный**. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре. Указать курсором, где на рабочей плоскости будут располагаться построенный вид (3), щелкнуть левой кнопкой «мыши» (рис. УЭ8.87).

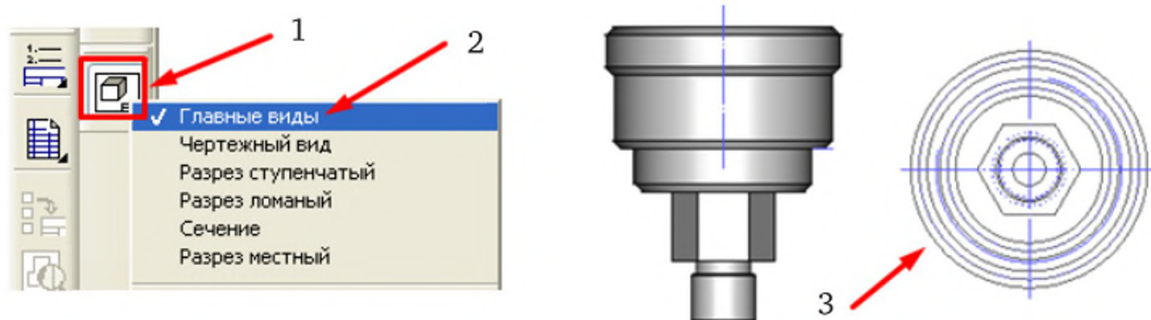


Рис. УЭ8.87

Шаг 5. Получение разреза.

Данный шаг аналогичен шагу 8 этапа 2 данного УЭ. Изображение разреза примет вид, как на рис. УЭ8.88.

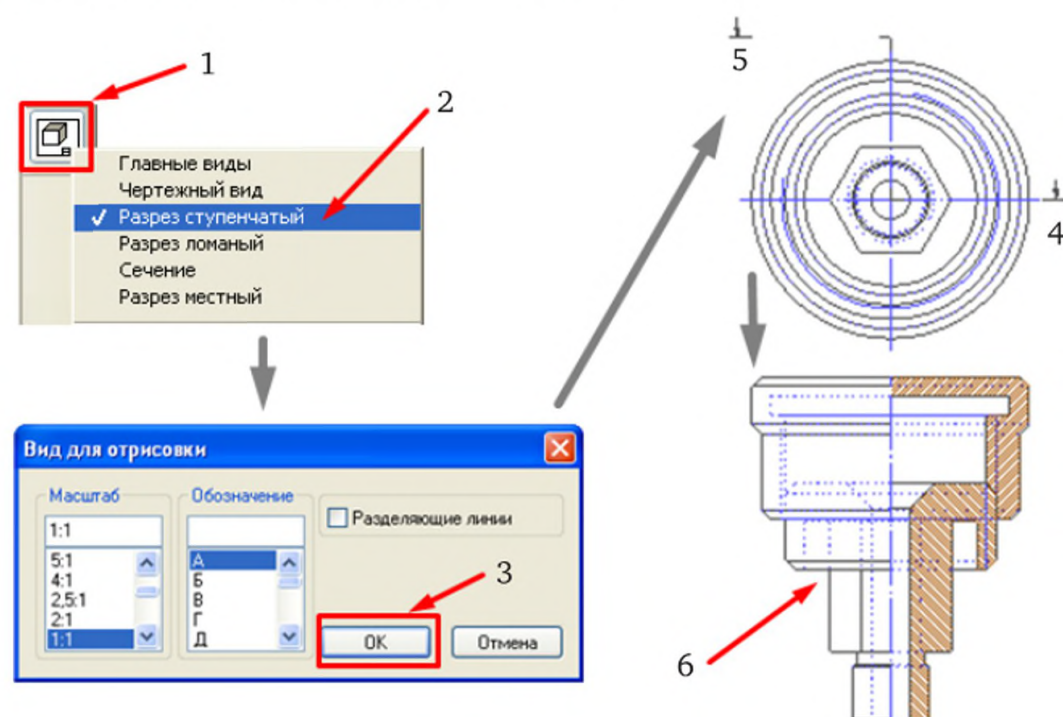


Рис. УЭ8.88

Сохранить выполненную разработку разреза под сборки в отдельном файле.

Этап 6. Получение главного вида сборочного чертежа и оформление спецификации к нему

Алгоритм выполнения этого этапа выглядит следующим образом:

- получение чертежного вида сборки изделия «масленка»;
- оформление спецификации к сборочному чертежу;
- сохранение выполненных разработок.

Шаг 1. Получение чертежного вида сборочного чертежа.

1. Для получения главного вида сборочного чертежа изделия необходимо соединить полученный разрез под сборки с разрезом детали «угольник».

2. Открыть файл с чертежными видами детали «угольник» (1 и 2) и выделить вид с разрезом (3). Выполнить через пункт меню **Правка** (4) действие **Копировать** (5), указав точку привязки (рис. УЭ8.89).

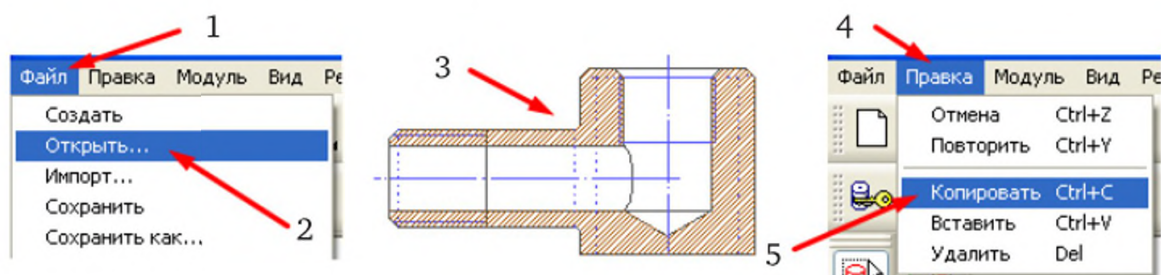




Рис. УЭ8.89

3. Аналогичными действиями открыть файл чертежного вида с разрезом подсорки.

4. Через команды 1 и 2 вставить в открытый формат с чертежным видом подсорки, чертежный вид детали «угольник» (3) (рис. УЭ8.90). При необходимости с помощью команды **Перенос**  соединить чертежный вид детали «угольник» с видом подсорки. Для снятия выделения нажать кнопку **Выбор элемента** . Сохранить выполненное изображение в отдельном файле.

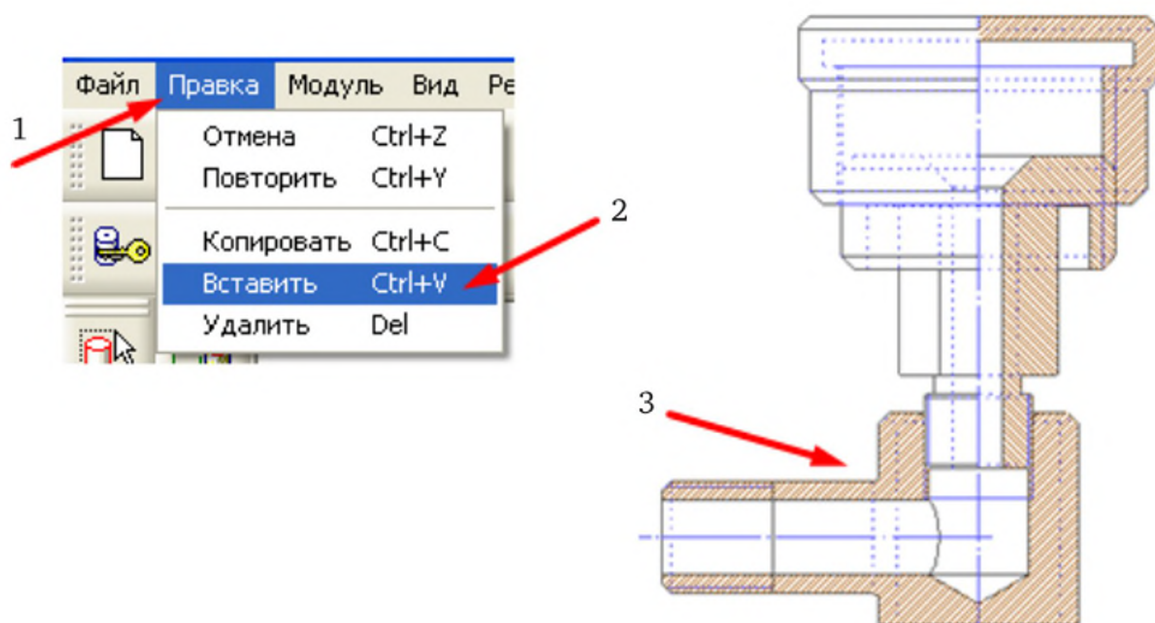


Рис. УЭ8.90

Шаг 2. Создание общей объемной модели изделия «масленка».

Для образования объемной модели сборки необходимо добавить к объемной модели подсорки модель детали «угольник».

1. Открыть файл с объемной моделью детали «угольник» (1 и 2) и выделить ее (3). Выполнить через пункт меню **Правка** (4) действие **Копировать** (5), указав точку привязки (рис. УЭ8.91).

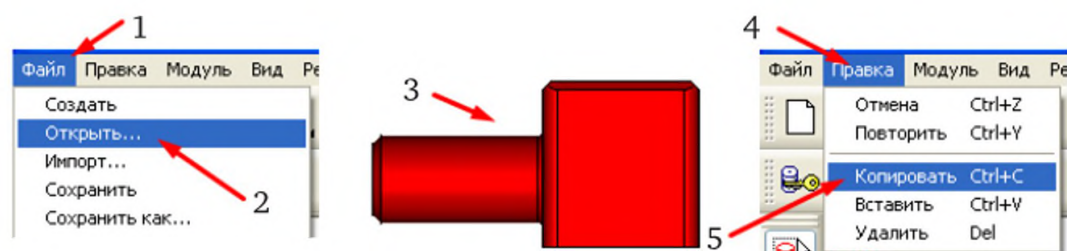




Рис. УЭ8.91

2. Открыть файл с объемной моделью подсорки.

3. Через пункты меню **Правка** (1) и **Вставить** (2) вставить в открытый формат с моделью подсорки модель детали «угольник» (3) (рис. УЭ8.92). При необходимости с помощью команды **Перенос**  соединить модель детали «угольник» с моделью подсорки. Для снятия выделения нажать кнопку **Выбор элемента** . Сохранить выполненное изображение в отдельном файле.

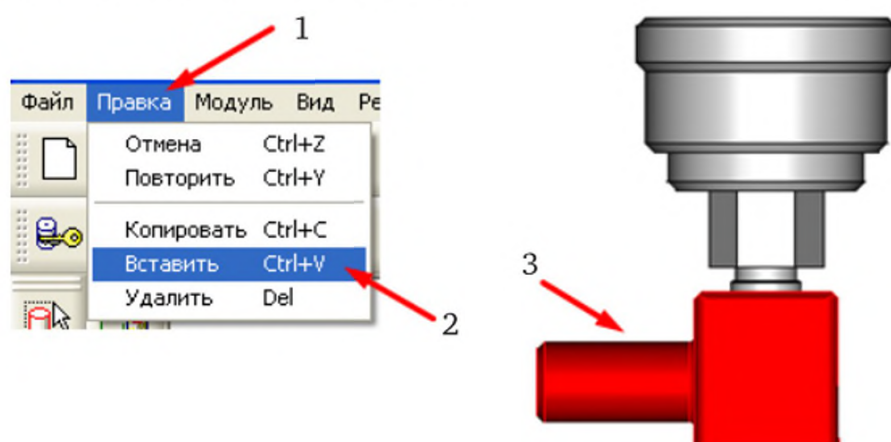




Рис. УЭ8.92

Шаг 3. Получение разреза на сборке.

Для оформления сборочного чертежа необходимо выполнить разрез в месте соединения деталей «корпус» и «угольник».

Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  (1). В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Главные виды** (2), отпустить левую кнопку «мыши». Появится диалоговое окно **Получение видов**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки отметить в блоке **Виды** поле **Сверху** (3). Нажать кнопку **ОК** (4) или клавишу **Enter** на клавиатуре. Указать курсором расположение вида и щелкнуть левой кнопкой «мыши». На рабочем поле останется объемная модель и чертежный вид (5) (рис. УЭ8.93).

Для выполнения разреза указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  (1). В появившемся контекстном меню выбрать курсором пункт **Разрез ступенчатый** (2), отпустить левую кнопку «мыши». В появившемся окне **Вид для отрисовки** в поле **Обозначе-**

ние (3) ввести **A**, нажать кнопку **ОК**. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Плоский вид?**. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» на чертежный вид сверху. Указать курсором и щелчками левой кнопки «мыши» на чертежном виде сверху начало и конец линии разреза. Нажать среднюю кнопку «мыши», на экране появится контур разреза (рис. УЭ8.94).

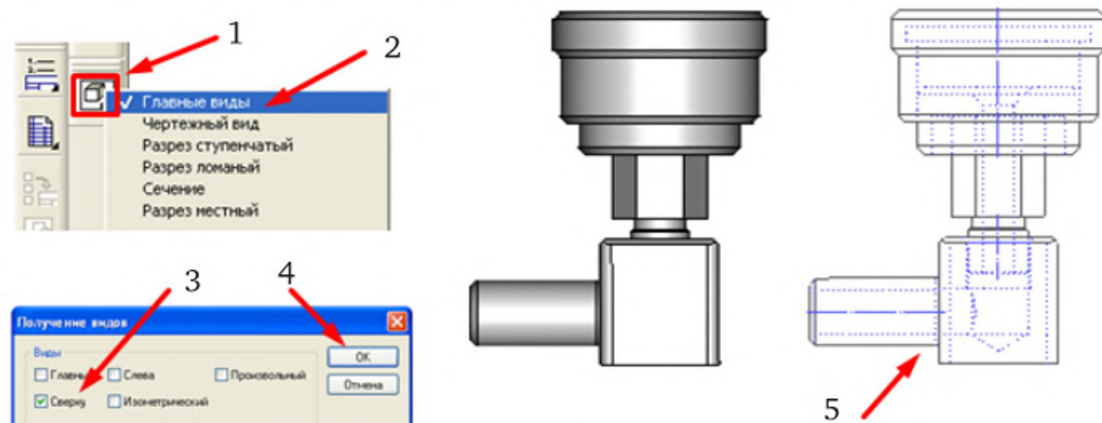


Рис. УЭ8.93

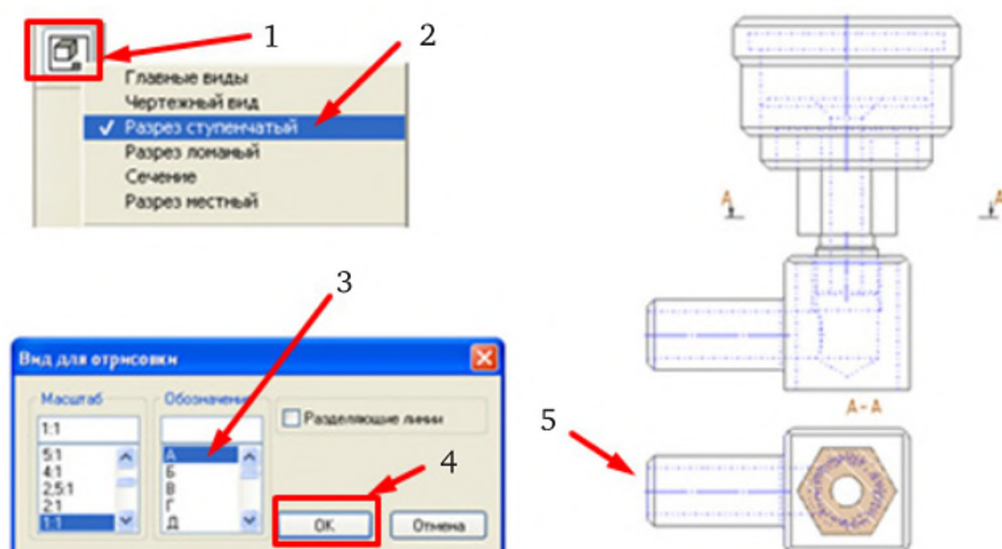


Рис. УЭ8.94

Шаг 4. Комплектование сборочного чертежа.

Сборочный чертеж состоит из вида сбоку с разрезом, сделанного ранее, и вида сверху с разрезом (5), выполненного на предыдущем шаге.

1. Для объединения этих изображений на одном формате выделить изображение разреза **A—A** (5), выполненного на предыдущем шаге и выполнить через пункт меню **Правка** действие **Копировать**, указав точку привязки.

2. Открыть файл со сборочным чертежом, полученным на шаге 5 этапа 5 данного УЭ, и через пункт меню **Правка** и действие **Вставить** объединить изображения на одном формате (рис. УЭ8.95).

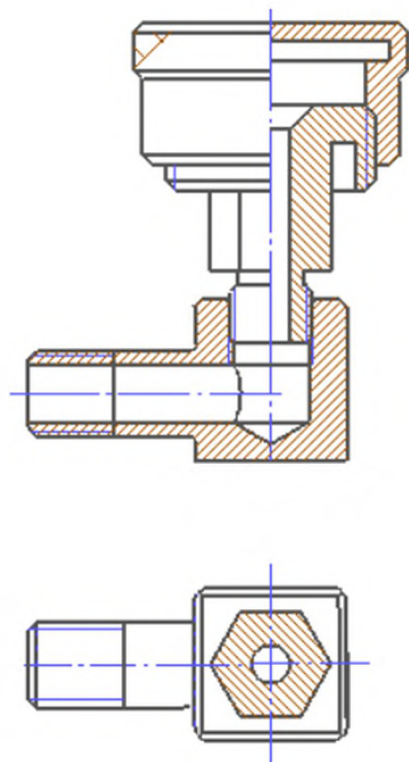



Рис. УЭ8.95

Шаг 5. Оформление сборочного чертежа.

К оформлению сборочного чертежа относятся следующие действия — простановка размеров, заполнение основной надписи, составление технических требований.

На сборочных чертежах проставляются габаритные и присоединительные размеры. Простановку размеров выполнить при помощи команды **Авторамер**.

1. Указанием курсора на кнопку **Авторамер**  (1) и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размера (рис. УЭ8.96).

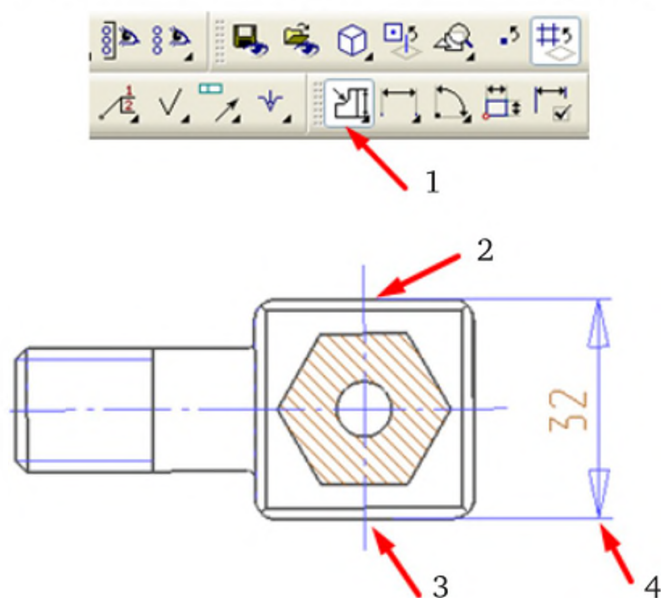


Рис. УЭ8.96

2. Для простановки размера указать первую базовую точку (2) на одном ребре и вторую базовую точку (3) на другом ребре.

3. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку, задающую положение размерной линии (4). Откроется диалоговое окно **Редактирование размера**. В окне отметить нужные параметры и нажать кнопку **Автопозиционирование**, размер будет проставлен.

Аналогичным образом проставляются остальные размеры (сборочный чертеж см. на рис. УЭ8.97).

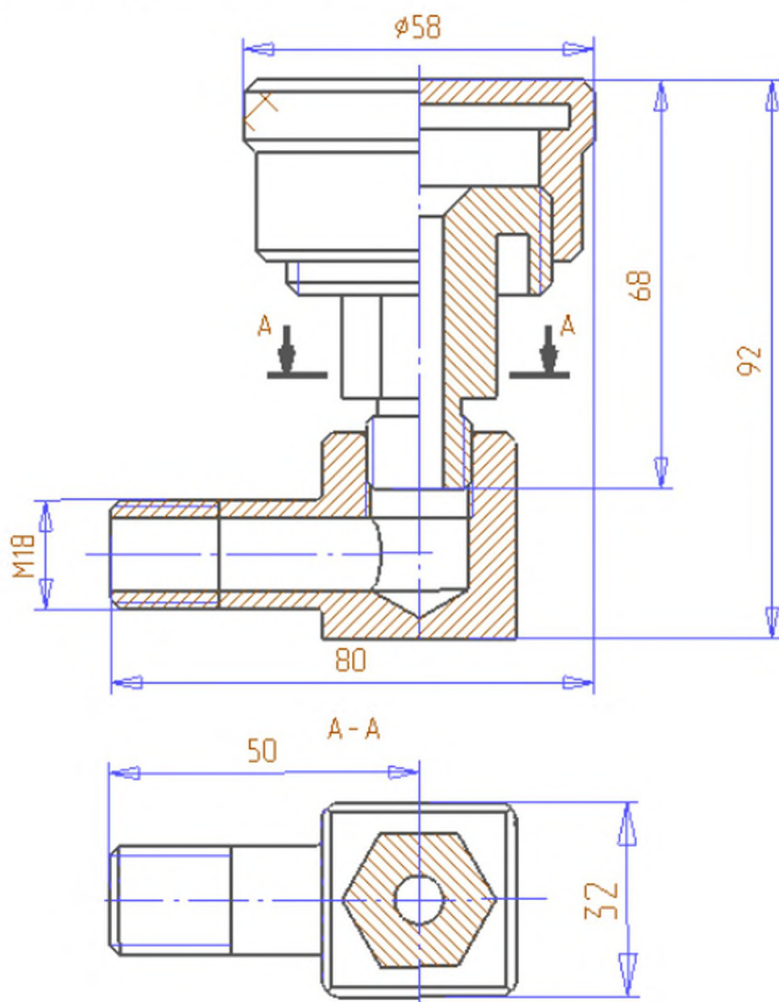


Рис. УЭ8.97

Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства**, которое открывается указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке команды **Свойства документа** (1). В закладке **Общие** (2) заполняются сведения об изделии (3) и фамилии разработчика и проверяющих лиц (4), занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК**.

Сведения об организации заносятся в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке 5 открыть окно, в котором с клавиатуры ввести данные об организации-разработчике в поле 6, нажать кнопку **ОК** (7) (рис. УЭ8.98).

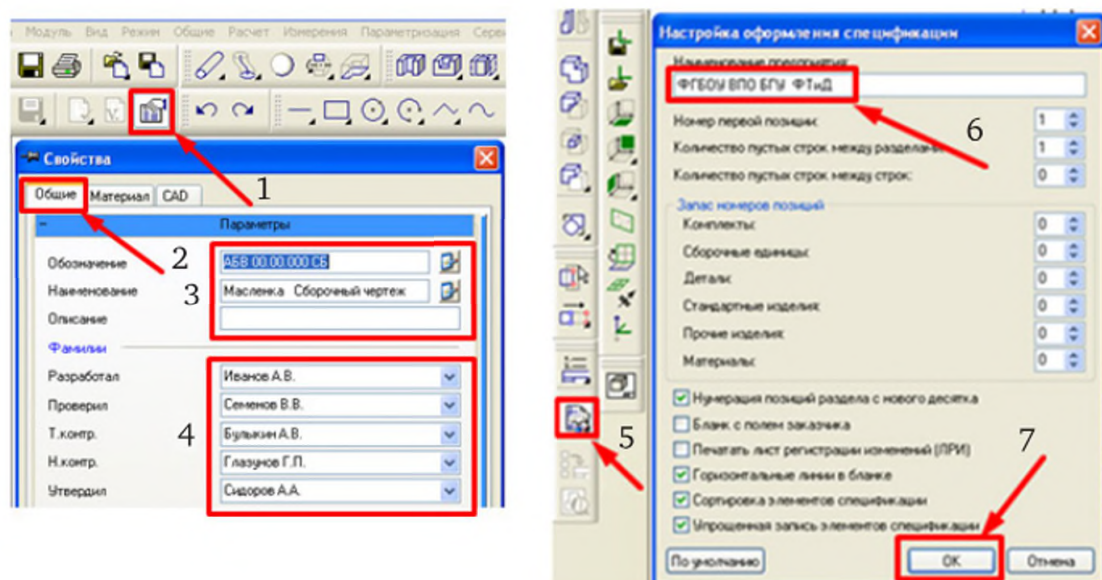


Рис. УЭ8.98

Для создания технических требований указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Технические требования** (1). Появится диалоговое окно **Технические требования**. Заполнить технические требования, открыв при помощи кнопки (2) окно и нажать кнопку **OK** (3) (рис. УЭ8.99).

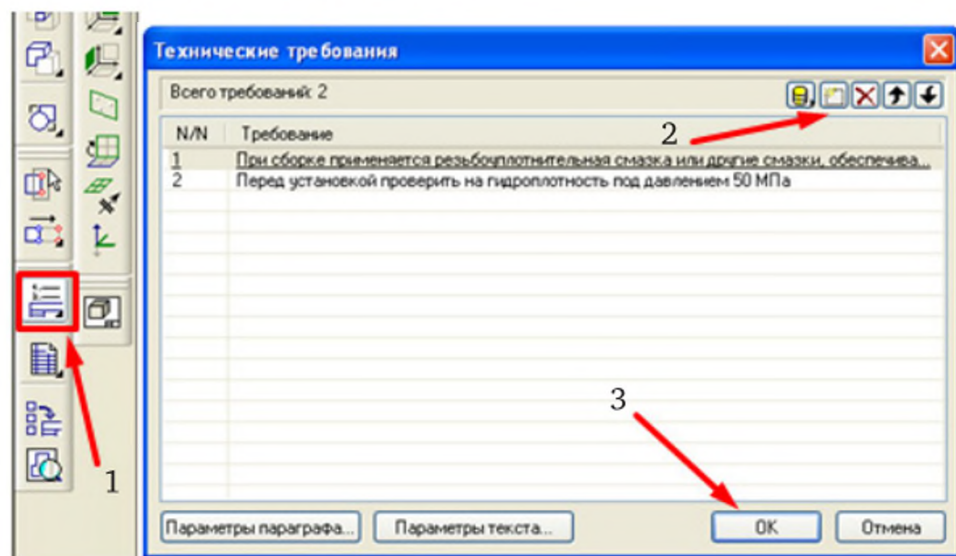


Рис. УЭ8.99

Оформленный сборочный чертеж показан на рис. УЭ8.100.

Шаг 6. Разработка спецификации.

1. Дерево построения спецификации отражается в окне проекта, открытие которого выполняется через клавишу группы команд **Сервис** (1) и в выпадающем меню в строке с текстом **Окно проекта** необходимо поставить «птичку» (2). Слева от рабочего поля откроется зона **Окно проекта** (3), в которой будут фиксироваться сведения из спецификации (см. рис. 7.2 из разд. 7).

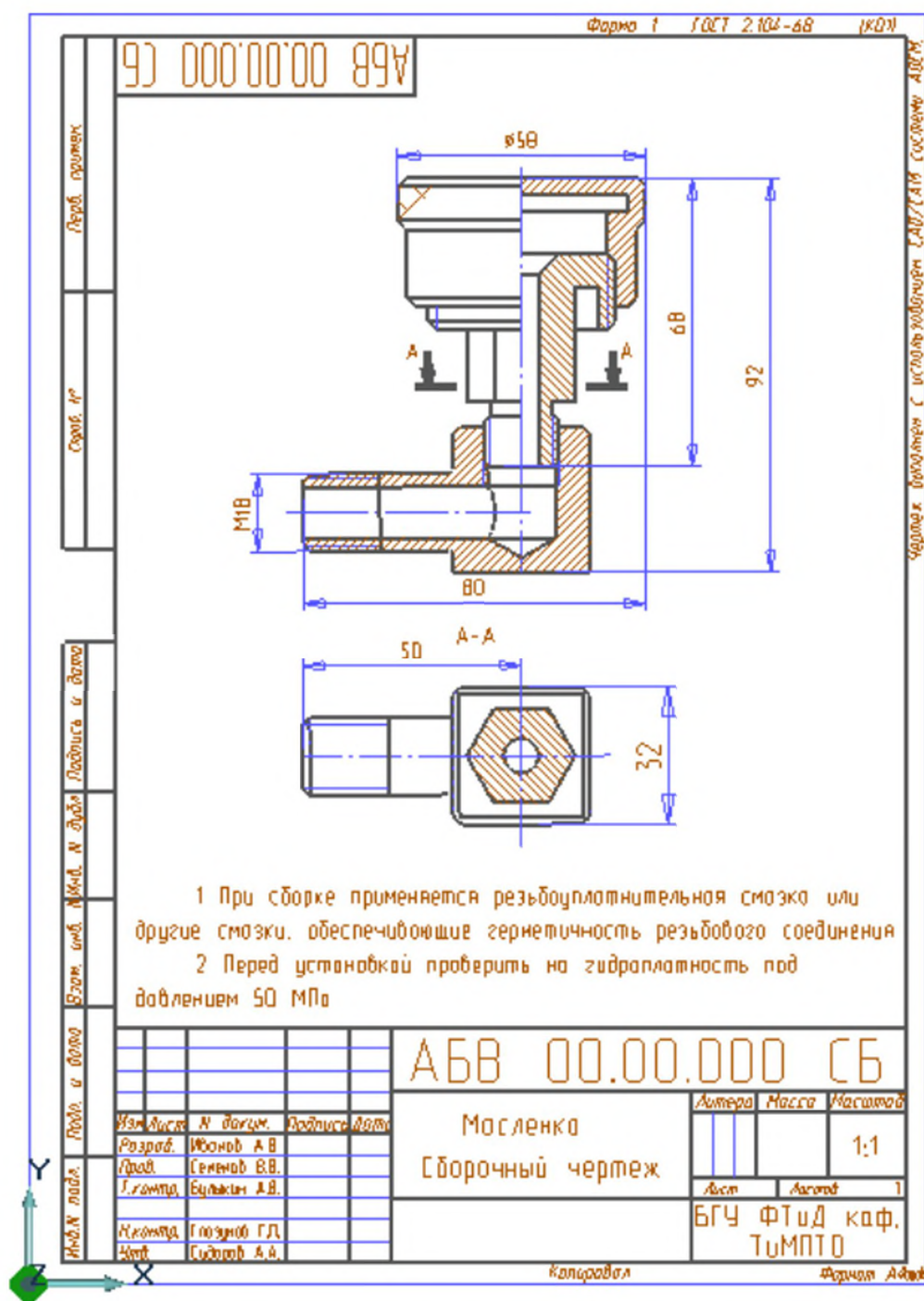


Рис. УЭ8.100

2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Спецификация** (1) открыть дополнительное меню. Выбрать тип документа **Спецификация** (2) (см. рис. 7.3 в разд. 7).

3. Система создаст дерево спецификации с соответствующими разделами в окне проекта. Для внесения общих данных по спецификации указать курсором первый объект дерева спецификации **Спецификация единичная** (1). При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Редактировать** (2) (см. рис. 7.4 в разд. 7).

В появившемся диалоге **Спецификация** ввести с клавиатуры сведения об изделии и разработчиках и нажать кнопку **ОК** (рис. УЭ8.101).

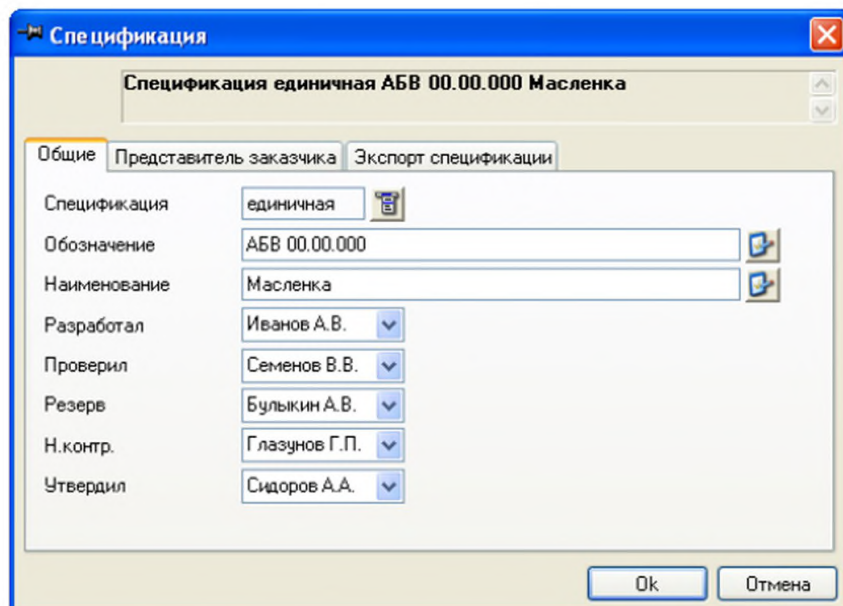


Рис. УЭ8.101

В раздел **Документация** вносятся документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации. Для внесения данных по документации указать курсором в дереве спецификации **Раздел: Документация**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый** (см. рис. 7.6 в разд. 7).

В открывшемся окне **Элемент спецификации** ввести в поле **Формат** значение **A4** и в поле **Наименование** — **Сборочный чертеж** и нажать кнопку **ОК** (рис. УЭ8.102).

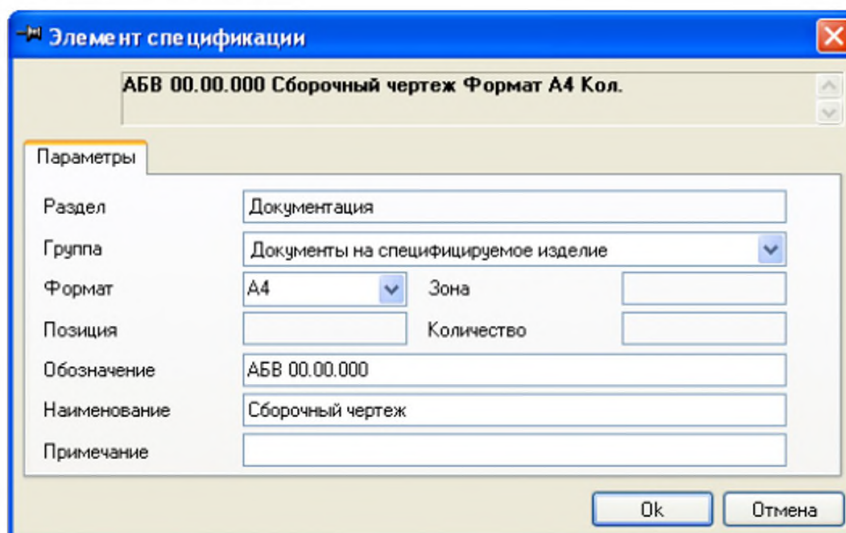


Рис. УЭ8.102

Из остальных разделов спецификации для разработанного изделия используется раздел «Детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие». Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке. Для внесения данных о деталях указать в дереве специфика-

ции **Раздел: Детали** (1). При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый** (2) (рис. УЭ8.103).

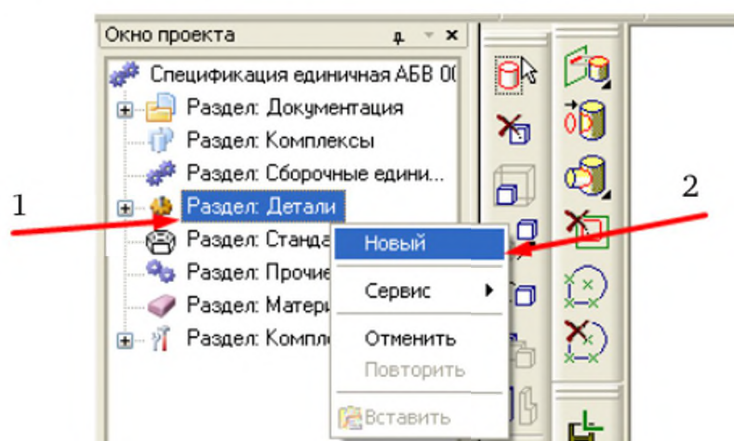


Рис. УЭ8.103

В открывшемся окне **Элемент спецификации** ввести в поле **Позиция** — 1, в поле **Обозначение** — АБВ 00.00.001 и в поле **Наименование** — Колпачок, в поле **Количество** — 1 и нажать кнопку **ОК**. Окно с заполненными полями показано на рис. УЭ8.104.

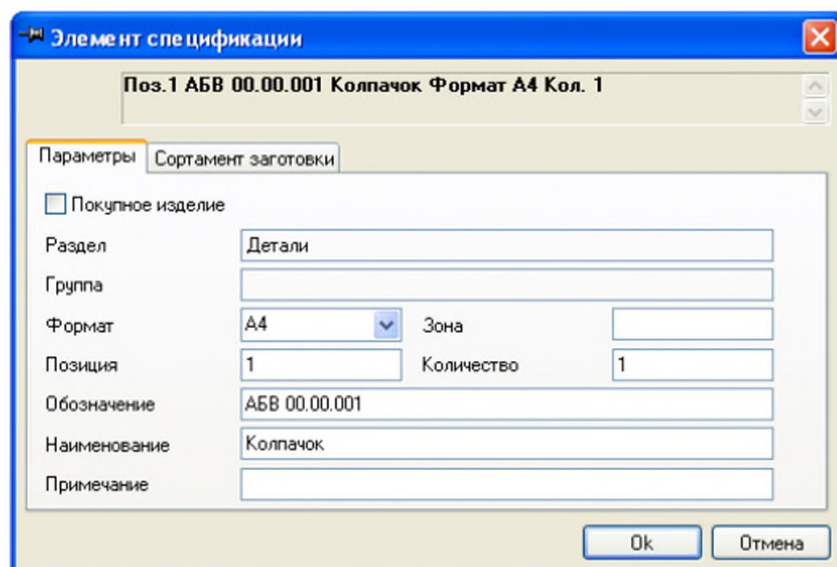


Рис. УЭ8.104

Аналогично для остальных деталей в алфавитном порядке.

По завершении заполнения спецификации выполняется формирование документации. В дереве в окне проекта выделить **Спецификация единичная**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Формировать документацию** (2). После завершения формирования нажать кнопку **ОК** (см. рис. 7.9 в разд. 7).

Для просмотра спецификации в дереве в окне проекта выделить **Спецификация единичная** (1). При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Предварительный просмотр** (2) (см. рис. 7.10 в разд. 7).

На экране появится изображение разработанной спецификации к сборочному чертежу масленки (рис. УЭ8.105).

Формат ГОСТ 2.106-96

Вид	Вид	Вид	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Документация</i>		
			АБВ 00.00.000 Г6	Масленка		
				<i>Детали</i>		
	1	АБВ 00.00.001	Колпачок	1		
			Бр. АЖ9-4			
			ГОСТ 18175-78			
	2	АБВ 00.00.002	Корпус	1		
			Бр. АЖ9-4			
			ГОСТ 18175-78			
	3	АБВ 00.00.003	Угольник	1		
			Бр. АЖ9-4			
			ГОСТ 18175-78			

АБВ 00.00.000

Масленка

Колпачок Корпус

Рис. УЭ8.105

Простановка номеров позиций на сборочном чертеже выполняется по данным, занесенным в спецификацию. На каждой позиции (1) из окна проекта через правую кнопку «мыши» открывается контекстное меню. В нем выбирается строка **Установить позицию** (2) (рис. УЭ8.106).

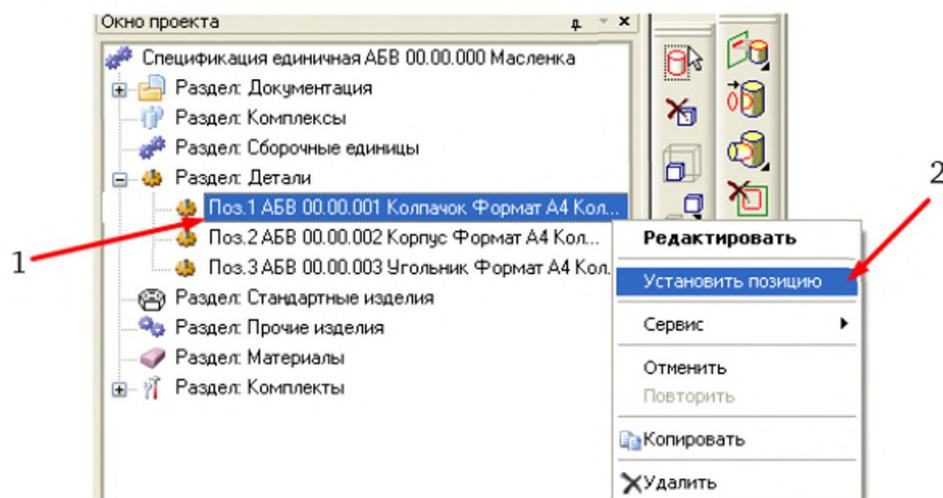


Рис. УЭ8.106

Указанием курсора на изображение выбранной детали и щелчком левой кнопки «мыши» на поле чертежа устанавливается полка с номером детали. Действия повторяются для простановки номеров всех деталей. Чертеж с проставленными номерами позиций показан на рис. УЭ8.107.

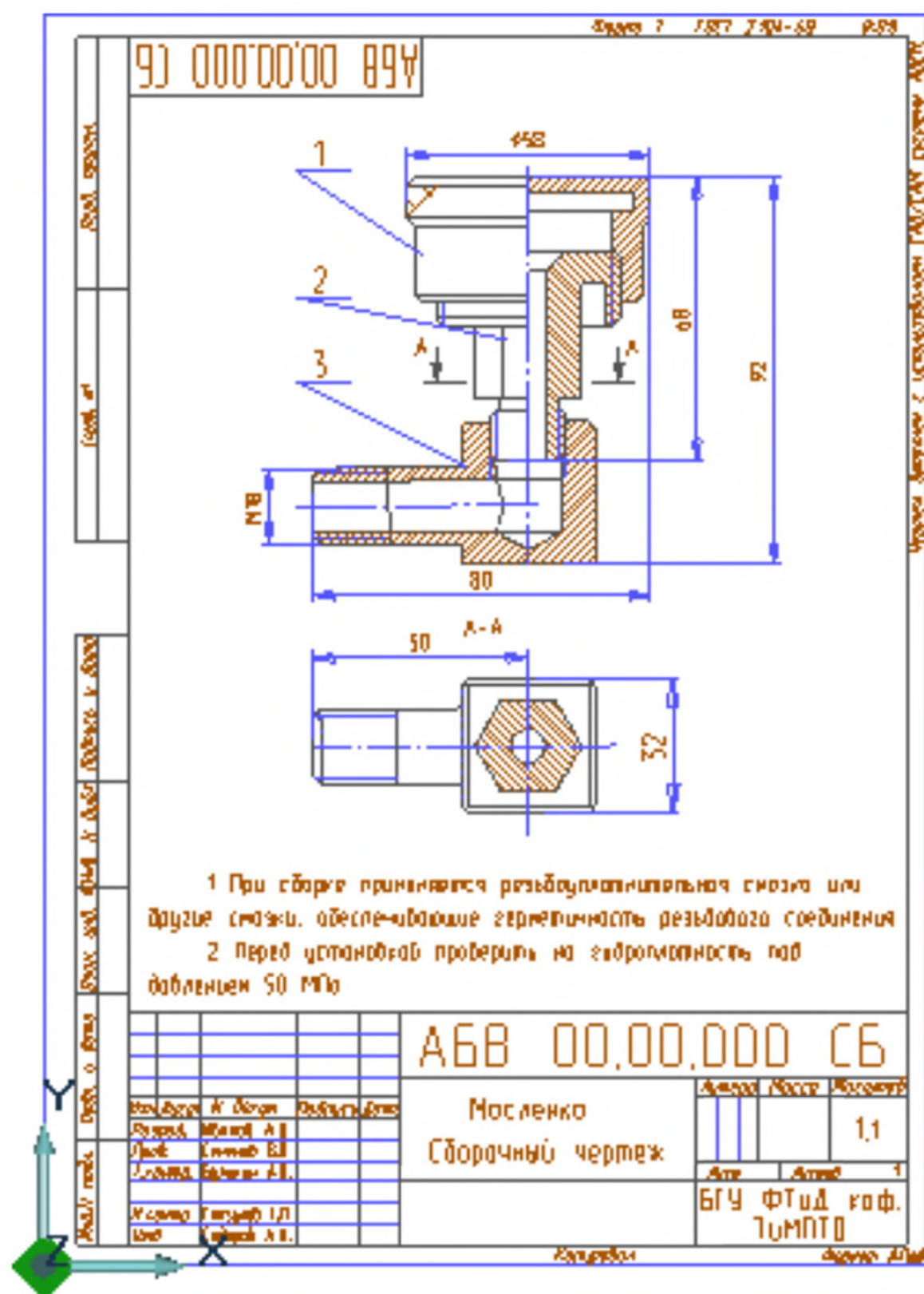


Рис. УЭ8.107

Учебный элемент УЭ 9

Предмет. Компьютерная графика.

Модульный блок. Инженерная компьютерная графика.

Наименование учебного элемента. Разработка сборочного чертежа изделия «Приспособление» методом «компьютерного инжиниринга» и спецификации к нему.

Цели. Изучив данный учебный элемент, вы получите практические навыки разработки конструкторской документации для сборочных единиц в программе ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Оборудование, компьютерные программы.

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»).

2. Программа ADEM 9.0 CAD/CAM/CAPP.

Сопутствующие учебные элементы и пособия.

1. Компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

2. УЭ 1. Настройка параметров проектирования.

3. УЭ 2. Форматы, заполнение основной надписи.

4. УЭ 3. Точные перемещения.

5. УЭ 4. Оформление чертежа — штриховка, размеры.

6. УЭ 5. Получение чертежных проекций с 3D-модели.

7. УЭ 6. Разработка конструкторской документации детали тела вращения «втулка».

Задание. Создать объемную модель приспособления согласно эскизу (рис. УЭ9.1) по размерам, указанным на эскизе. Диаметр четырех отверстий для крепления приспособления — 10 мм. Все фаски на деталях 1×45 мм. Выполнить сборочный чертеж приспособления по 3D-модели и оформить его согласно требованиям ЕСКД. Оформить спецификацию.

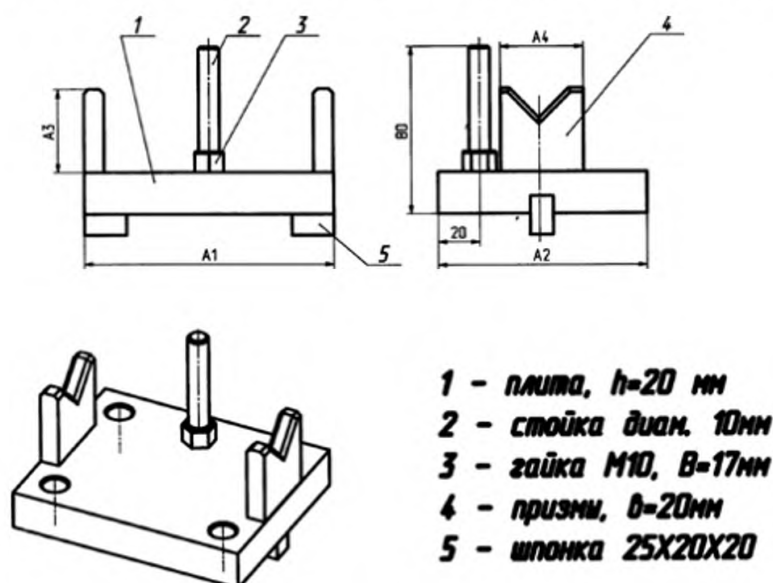


Рис. УЭ9.1

A 3D CAD model of a mechanical assembly. It features a red rectangular base plate. In the center of the base is a blue cylindrical pin that passes through a red hexagonal bush. Two grey, L-shaped blocks are positioned on the base, one on the left and one on the right, with their long sides facing the center. The entire assembly is shown from an isometric perspective.

[illegible]

195

Формат 1 ГОСТ 2.106-96

Перв. примен		Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A3			30.1ТБЖ.04.XX	Сборочный чертеж		
						<u>Детали</u>		
Спроб. И		A4	1		30.1ТБЖ.04.XX.01	Плита	1	
		A4	2		30.1ТБЖ.04.XX.02	Призма	2	
		A4	4		30.1ТБЖ.04.XX.04	Стойка	1	
		A4	5		30.1ТБЖ.04.XX.05	Шпонка призм. 20X20X25	2	
						<u>Стандартные изделия</u>		
Инв. подл	Подп. и дата	Взнос. инв.	М. инв.	И. инв.	Подпись и дата	6	Винт М5Х30 ГОСТ 17475	6
						2	Гайка М10 ГОСТ 59297-70	1
					30.1ТБЖ.04.XX.СП			
АЗМ. Лист: И. докум. Подпись: Дата:					Приспособление		Литера: Лист: Листов:	
Разраб.: Селезнев В.А.							1	
Проб.: Чойкин А.С.								
И. контр: Топоринский Г.И. Утв.: Воронин А.М.							ФГБОУ ВПО БГУ ФТУ	
					Копировал		Формат А4	

Рис. УЭ9.4

Шаг 1. Установка параметров проектирования (см. УЭ 1).

Установка модуля выполнения задания. Задание выполняется в конструкторском модуле, при запуске системы по умолчанию открывается именно он. В других случаях модуль **ADEM CAD** открывается через пункт меню **Модуль** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.1).

Создание новой разработки. Проектирование начинается с выбора пунктов меню **Файл — Создать** (см. УЭ 1, рис. УЭ1.5).

К основным параметрам настройки проектирования относятся формат листа, параметры единиц измерения, стандарт, масштаб построений, шаг курсора, шаг сетки, тип курсора и другие по мере необходимости.

Выбор формата листа. Для установки нужного формата открыть окно **Формат листа** (см. рис. УЭ1.6, УЭ1.7). В нем выделить нужный формат **A3 (2)**. В поле **Дополнительно** отметить **Загрузить первый лист**, определить направление формата **Горизонтальный**, зафиксировать выбранное нажатием кнопки **ОК**.

На экране, в области построений, появится формат листа размером 420 × 297 мм с основной надписью, в котором в дальнейшем будет производиться проектирование.

Установка единиц измерения. Подвести курсор к пункту системного меню **Режим**. Из выпадающего меню перемещением курсора и щелчком левой кнопки «мыши» выделить пункт **Единицы измерения** (см. рис. УЭ1.11, УЭ1.12). В появившемся окне установить следующие параметры: **Линейные единицы** — миллиметры, **Точность** — 2, **Угловые единицы** — градусы десятичные. Зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК**.


Установка стандарта проектирования. Подвести курсор к пункту системного меню **Режим**. Из выпадающего меню перемещением курсора и нажатием левой кнопки «мыши» выделить пункт **Стандарт**. В появившемся окне курсором, при нажатой левой кнопке «мыши», выделить **ЕСКД Машиностроение**, левую кнопку «мыши» отпустить (см. рис. УЭ1.9).

Задание масштаба построений. Для установки масштаба открыть, указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши», заставку **Режимы построений** в нижней части экрана (см. рис. УЭ1.10). Открыть указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» на стрелку **Масштаб пользователя** раскрывающийся список величин масштабов, выделить требуемый масштаб.

Установка шага курсора. Чтобы задать шаг движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести значение шага курсора 5 и нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter**.

Установка опорной сетки. Для появления на рабочем поле опорной сетки указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нужно открыть закладку **Режимы отображения** в нижней части экрана, в окне **Трафарет** выделить указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши текст **Сетка** (см. рис. УЭ1.3).

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров в окне **Автоматическая привязка** (см. УЭ 3, рис. УЭ3.3). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется установкой или удалением «птички» в поле **Автопривязка**.

Установка способа отражения объемной модели. Нажать кнопку **Режимы отображения**  (1), в открывшемся окне **Изображение** установить флажок **Включено** в группе **Тонирование** (3), установить **Сглаживание** = 10 (2), **Освещенность** = 50 % (4). Зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (5) (рис. УЭ9.5).

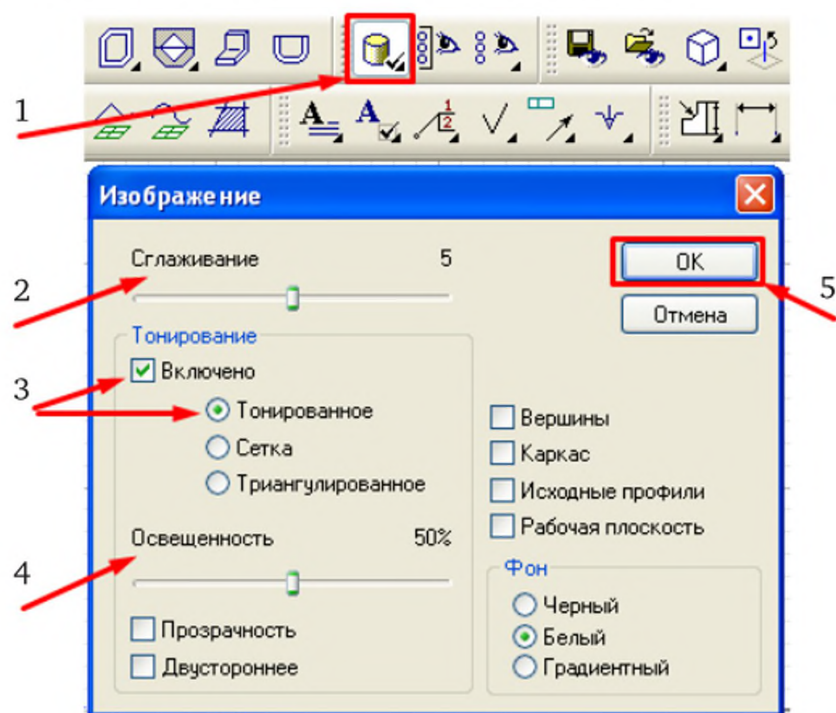




Рис. УЭ9.5

Основные параметры проектирования установлены, можно приступить непосредственно к выполнению задания.

Шаг 2. Разработка модели плиты.

1. Для построения шаблона наружного прямоугольного контура пластины переместить курсор в нужное место, нажать клавишу **О** (лат), в этом месте появятся оси координат. Отложить «мышь» в сторону (при этих построениях она нам не понадобится) и клавишей **Home** переместить курсор в установленное начало координат. Нажать **X** и ввести значение размера **A1**, нажать **Enter** (точка 1), нажать **Y** и ввести значение размера **A2**, нажать **Enter**, отметить положение курсора вспомогательной точкой (2), нажатием клавиши **N** (рис. УЭ9.6, а). Затем подвести курсор к кнопке **Прямоугольник**  на панели инструментов и щелкнуть левой кнопкой «мыши». Переместить курсор в начало координат 0, щелкнуть левой кнопкой «мыши», переместить курсор по диагонали в точку 2 и повторно щелкнуть левой кнопкой «мыши». На экране появится прямоугольный наружный контур детали (рис. УЭ9.6, б).

2. Выполнить разметку центров отверстий в контуре плиты и обозначить их вспомогательными точками нажатием клавиши **N** (рис. УЭ9.7, а). С помощью команды **Окружность заданного диаметра с осями симметрии**  выполнить построения окружностей диаметром 10 мм (рис. УЭ9.7, б).

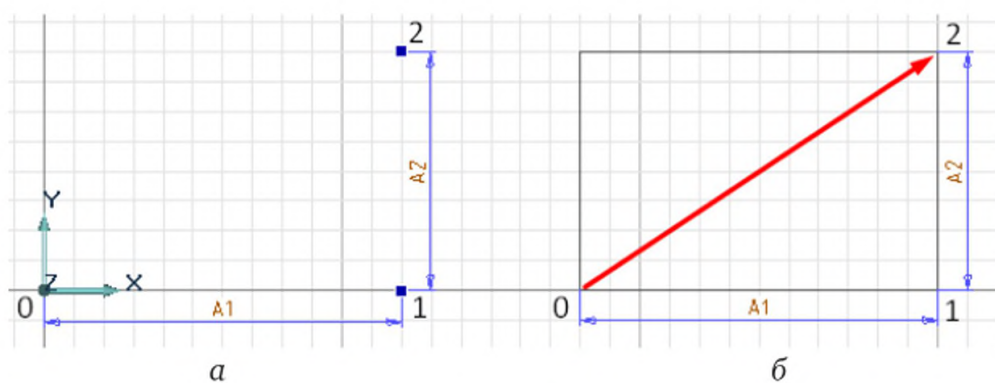


Рис. УЭ9.6

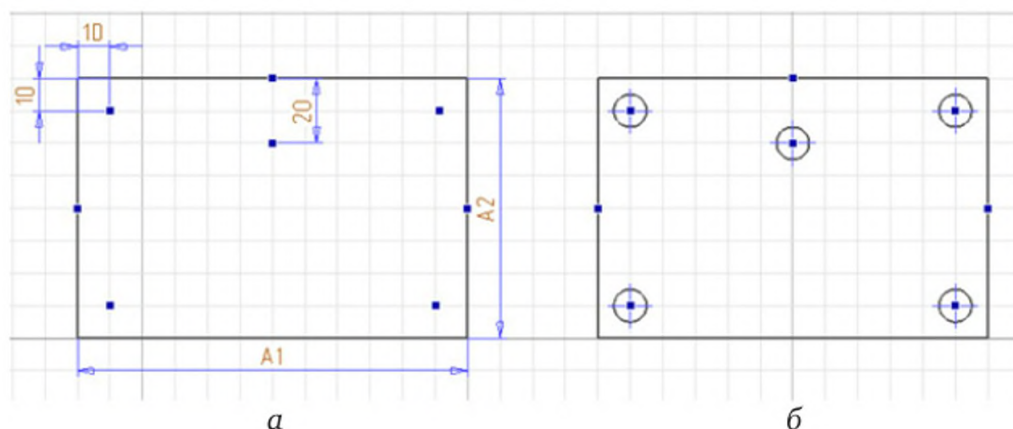




Рис. УЭ9.7

3. Для создания объемной модели плиты нажать кнопку **Смещение** , в нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится подсказка **Профиль**. Поочередно подводить курсор к профилям шаблона и нажимать левую кнопку «мыши», профили приобретут оранжевый цвет, нажать среднюю кнопку «мыши». В появившемся окне **Введите данные** в поле **Глубина** (1) задать величину смещения (толщину плиты) 20 мм и нажать **ОК** (2). В этом случае базовая деталь конструкции «плита» будет находится под рабочей плоскостью, а все остальные детали будут находиться на рабочей плоскости. Проверить форму созданной модели, нажав кнопку **Отображение изометрического вида** . На экране появится изображение 3D-модели пластины (рис. УЭ9.8).

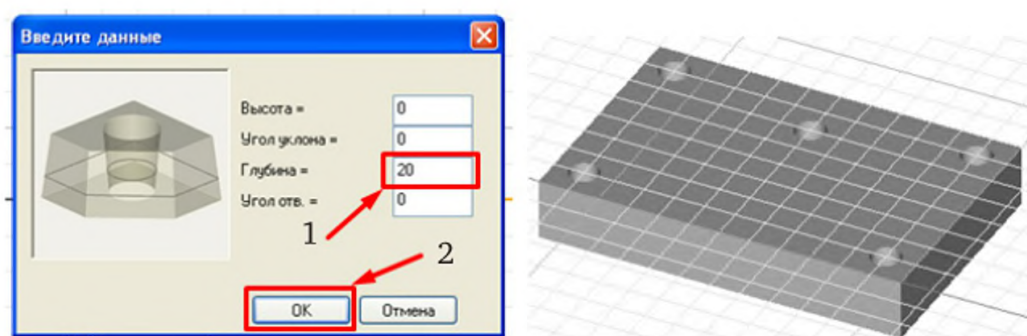




Рис. УЭ9.8

4. Создание паза под шпонку в нижней части плиты выполняется с помощью команды **Сквозное отверстие** . Для выполнения этой операции с помощью команды 1 развернуть изображение торцом к плоскости экрана. С помощью команды **Прямоугольник** создать контур будущего паза (рис. УЭ9.9, а). Запустив команду **Сквозное отверстие** , получить паз (рис. УЭ9.9, б). Изображение модели плиты с пазом (2) показано на рис. УЭ9.9, в.

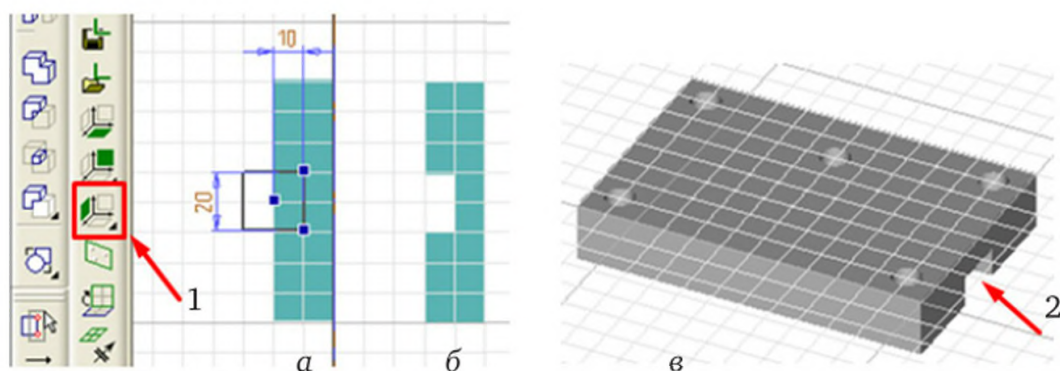





Рис. УЭ9.9

Шаг 3. Разработка моделей гайки и стойки.

1. С помощью команды **Окружность заданного диаметра без осей симметрии**  выполнить построения окружностей диаметром 10 мм и 17 мм. Вокруг окружности 17 мм описать с помощью команды **Многоугольник**  правильный шестиугольник (рис. УЭ9.10, а).

2. С помощью команды **Смещение**  создать объемную модель гайки (1), задав высоту 7 мм, и стойки (2), задав высоту 60 мм (рис. УЭ9.10, б).

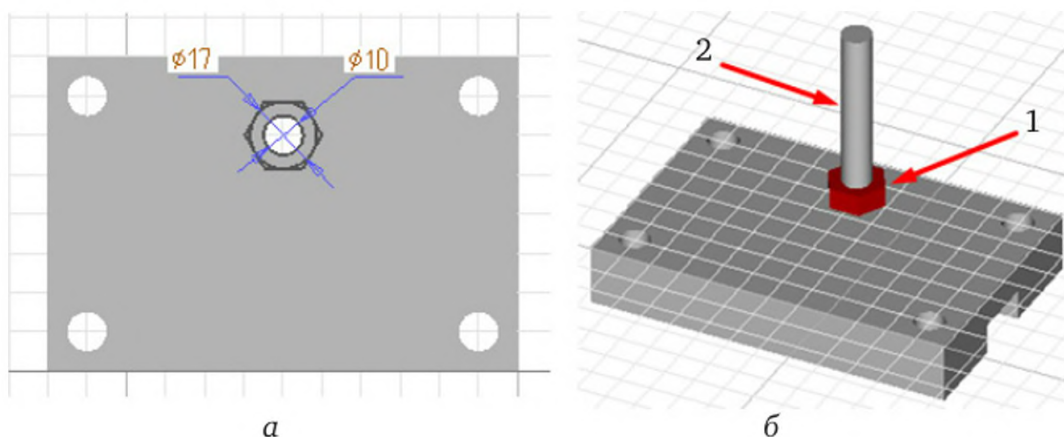



Рис. УЭ9.10

Для создания равносторонних фасок на ребрах указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Фаска на ребре**  (1). Появится запрос **Выберите ребра?**. Выбрать ребра указанием курсора и нажатием левой кнопки «мыши» (выбранные элементы выделяются красным цветом) и нажать клавишу **Esc** на клавиатуре или среднюю кнопку «мыши» для завершения выбора. В появившемся окне **Введите**

данные в поле **Фаска 1 = (2)** ввести значения фаски 1 мм и нажать **ОК (3)** (рис. УЭ9.11).

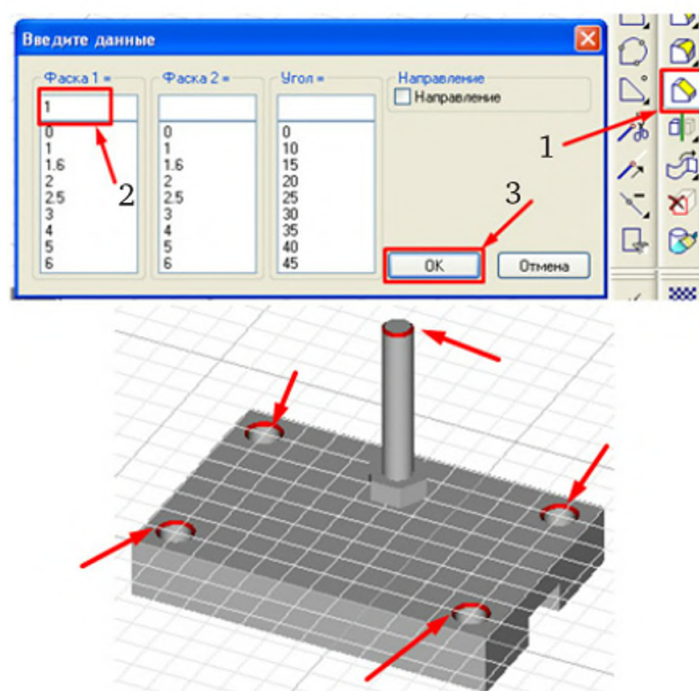




Рис. УЭ9.11

Шаг 4. Разработка и размещение моделей шпонок.

1. С помощью команды **Прямоугольник**  изобразить контур шпонки (1), как показано на рис. УЭ9.12, а. С помощью команды **Смещение**  (2) (рис. УЭ9.12, б) вызвать окно **Введите данные** и, заполнив поля **Высота** (3) и **Глубина** (4), нажать **ОК** (5) (рис. УЭ9.12, в). В нижней части плиты напротив паза появится модель шпонки (6) (рис. УЭ9.12, г).

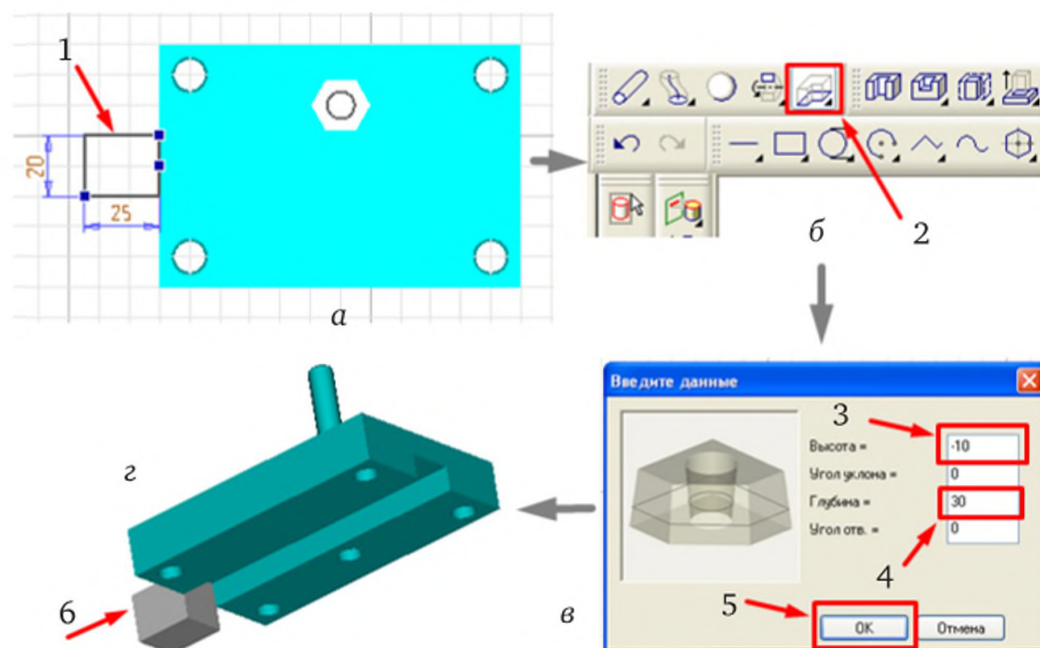




Рис. УЭ9.12

2. Выделить модель шпонки с помощью команды **Выделить** , и переместить шпонку на место в плите с помощью команды **Перенос**  (1) и выбору пункта **DxDyDz** (2) на 25 мм по оси *Dx* (3). После нажатия кнопки **ОК** модель шпонки 4 займет нужное место в плите (рис. УЭ9.13).

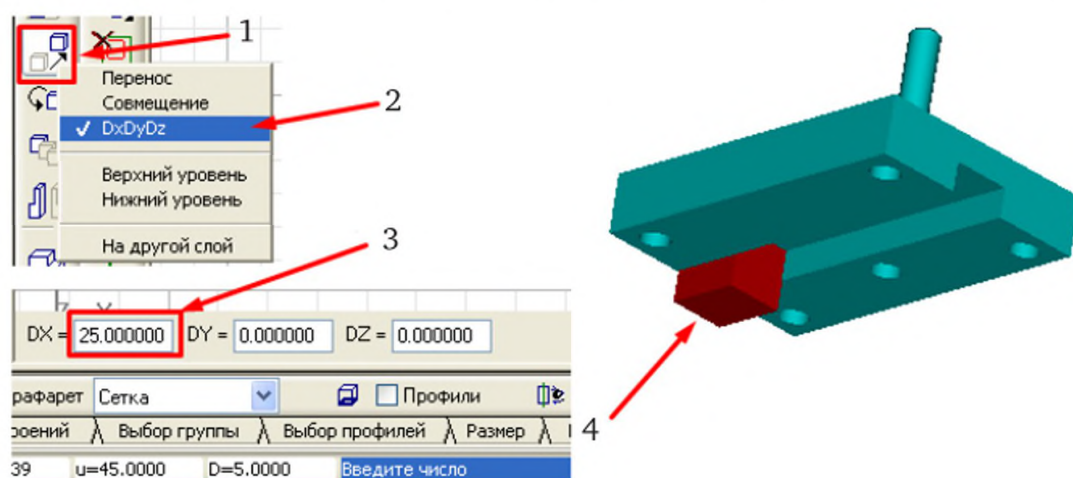


Рис. УЭ9.13

3. Для установки другой шпонки используем команду **Копия** (1) — **Линейная** (2). В поле **DX** (3) введем значение величины перемещения копии 95 мм. После нажатия кнопки **ОК** копия модели шпонки 4 займет нужное место в плите (рис. УЭ9.14).

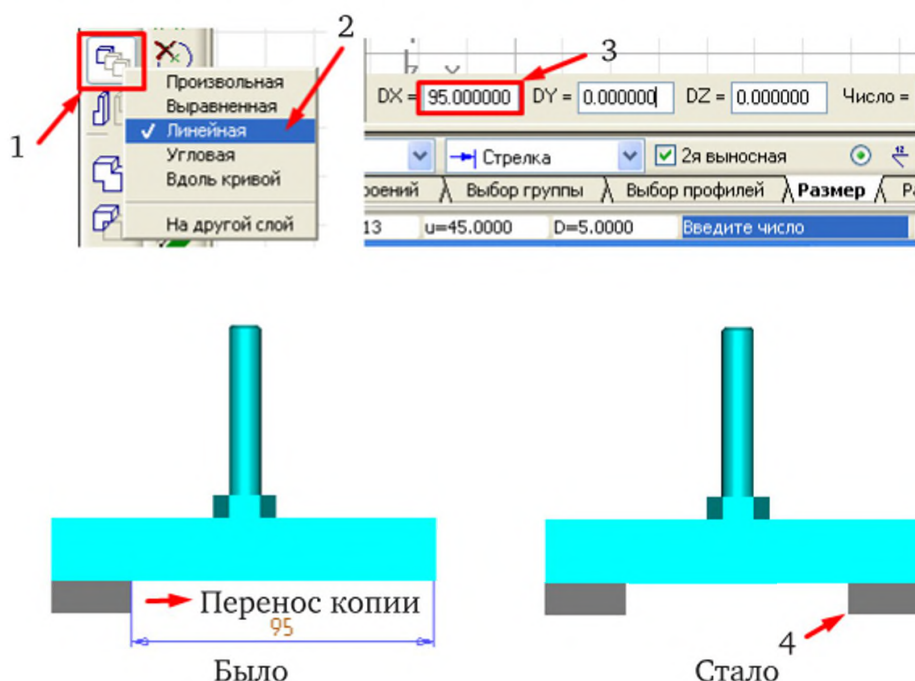



Рис. УЭ9.14

Шаг 5. Разработка и размещение моделей призм.

1. У одного края плиты поставим вспомогательные точки будущего контура призмы (рис. УЭ9.15, а), с помощью команды **Замкнутый контур**  соединим точки (рис. УЭ9.15, б).

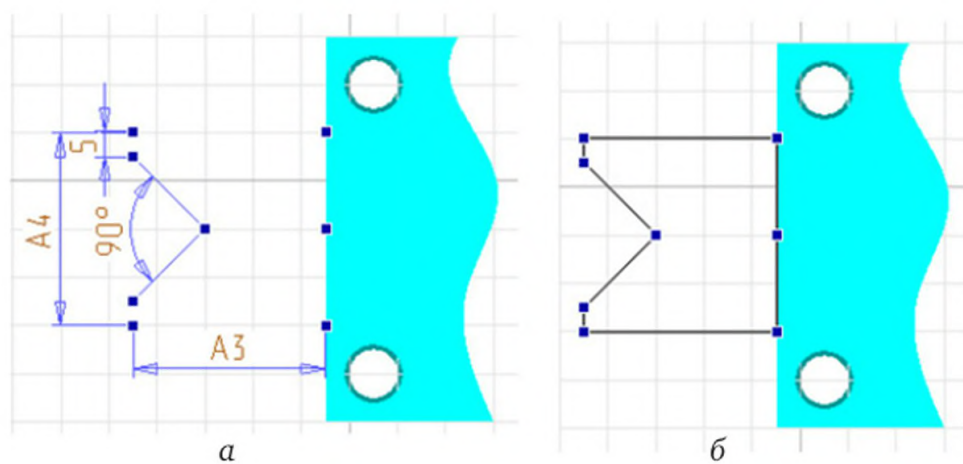

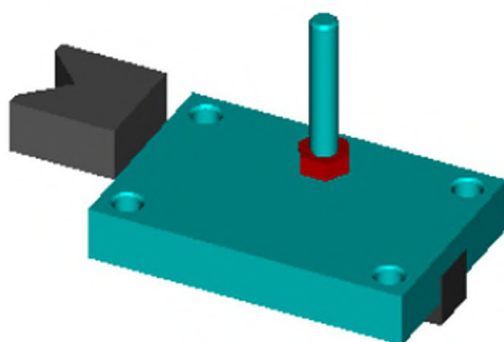
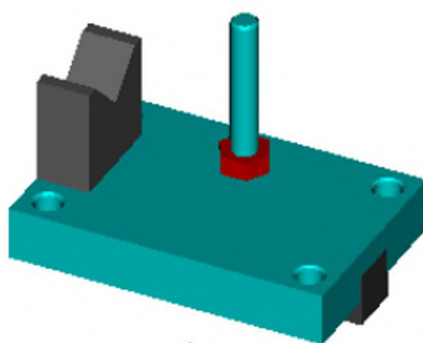


Рис. УЭ9.15

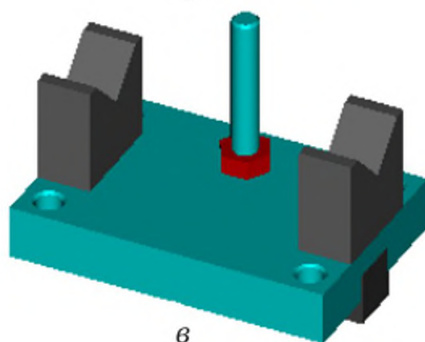
2. С помощью команды **Смещение**  создадим модель призмы, выделив созданный ранее контур призмы и заполнив в появившемся окне **Введите данные** поле **Высота** — 20 мм. Полученное изображение показано на рис. УЭ9.16, а.



а





б




в

Рис. УЭ9.16

3. Выполнить поворот модели призмы в плоскости ХУ по часовой стрелке на 90°. Выделить модель призмы с помощью команды **Выделить**  и повернуть выделенную модель с помощью команд **Поворот**  и **Угол**. Указать курсором точку поворота и занести в появившемся окне **Введите данные** в поле ХУ значение угла поворота (–90°) и нажать кнопку **ОК**. Изображение призмы займет место на плите, как показано на рис. УЭ9.16, б.

4. Для установки призмы на противоположной стороне плиты используем команду **Копия — Линейная**. В поле **DX** введем значение величины перемещения копии призмы — 100 мм. После нажатия кнопки **ОК** копия модели призмы 4 займет нужное место на плите. Положение призм на плите показано на рис. УЭ9.16, в. Объемная модель приспособления построена.

Шаг 5. Создание чертежных видов и аксонометрической проекции.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке «мыши» нажать и удерживать кнопку **Создание чертежных видов по 3D модели**  (см. рис. 5.3 в разд. 5).

2. Появится диалоговое окно **Получение видов**. Отметить флажками виды, которые требуется построить, указать расстояние между видами (рис. УЭ9.17).

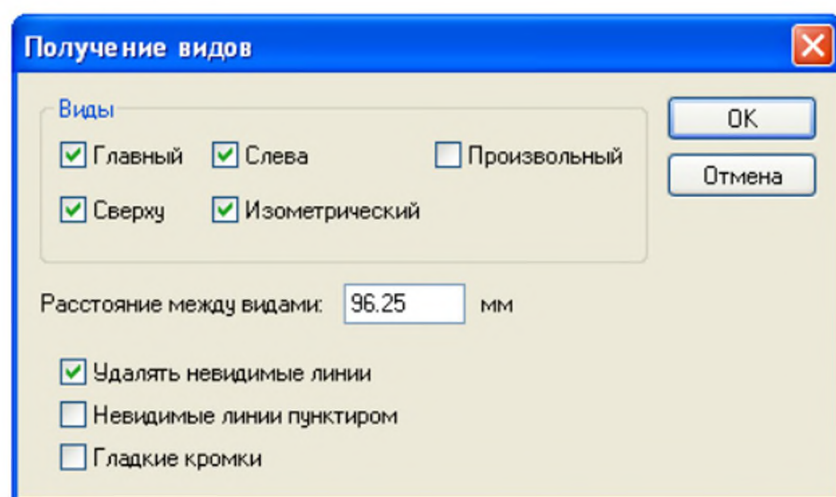






Рис. УЭ9.17

3. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **Enter** на клавиатуре. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» место, где на рабочей плоскости будут располагаться построенные виды (рис. УЭ9.18).

С помощью команд **Выделить**  и **Удалить**  удалить изображение модели, а с помощью команды **Перенос**  переместить полученные чертежные и изометрический виды на формат с основной надписью. Снять выделение, повторно нажав клавишу **Выделить** .

Шаг 6. Добавление крепежных элементов и выполнение местных разрезов.

Призмы и шпонки крепятся к плите с помощью винтов с потайной головкой М5 × 30, ГОСТ 17475—80.

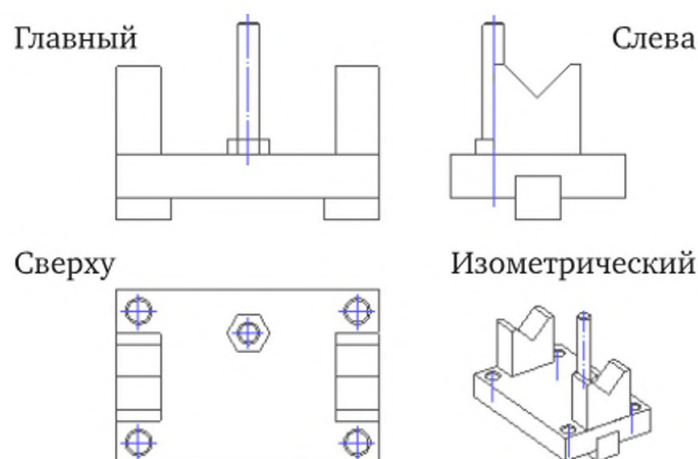



Рис. УЭ9.18

1. Через пункт меню **Файл — Открыть... — ADEM 9.0 — adm — Library — Плоские элементы — ГОСТ** (окно Тип файлов — Все файлы) — **Винты — ГОСТ 17475—80 — Открыть** выбрать из появившейся таблицы **M5 × 30** и нажать **ОК**. На рабочем поле появится изображение выбранного винта.

2. С помощью команды **Выделить**  (1) и выбора пункта **2D только** (2) указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» активировать изображение винта и выбрать пункты меню **Правка** (3) — **Копировать** (4) (рис. УЭ9.19).

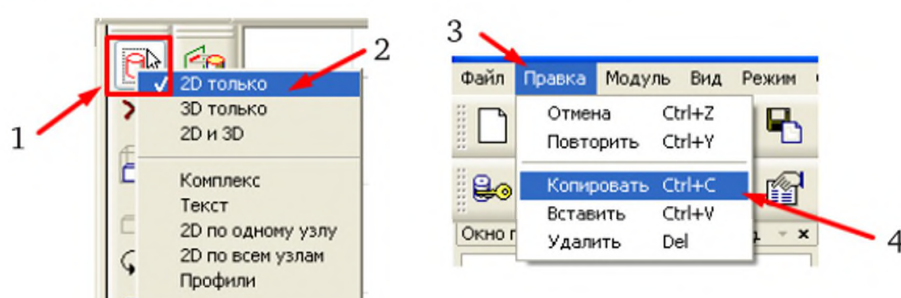


Рис. УЭ9.19

3. Открыть изображение формата с чертежными видами и с помощью пунктов меню **Правка** и **Вставить** поместить изображения крепежных элементов на главном виде (1) и виде слева (2), как показано на рис. УЭ9.20. Оформить изображения местных разрезов, нанести штриховку.

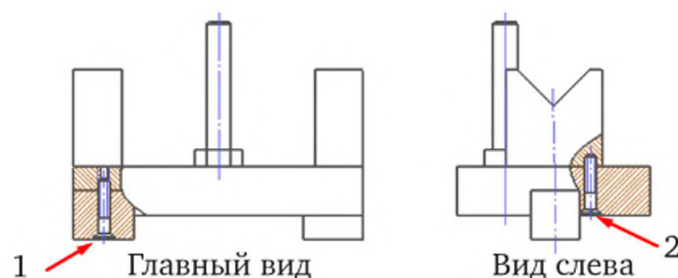



Рис. УЭ9.20

Шаг 7. Простановка размеров.

На сборочных чертежах проставляются габаритные и присоединительные размеры. Простановку размеров выполнить при помощи команды **Автора размер**.

1. Указанием курсора на кнопку **Автора размер**  (1) и щелчком левой кнопки «мыши» запустить процедуру простановки размера (рис. УЭ9.21).

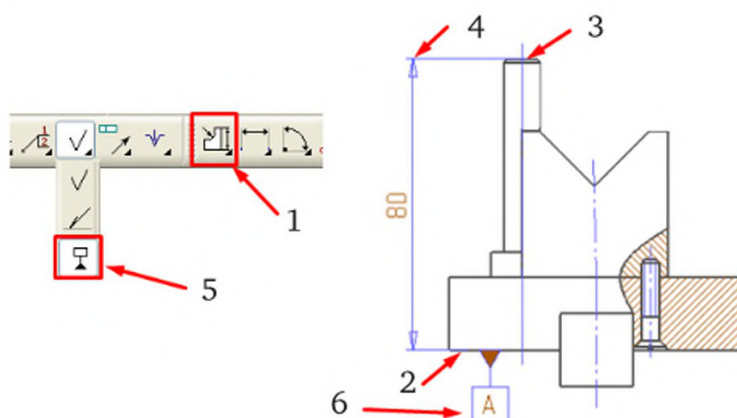




Рис. УЭ9.21


2. Для простановки размера указать первую базовую точку (2) на одном ребре и вторую базовую точку (3) на другом ребре.

3. Указать курсором и щелчком левой кнопки «мыши» точку, задающую положение размерной линии (4). Откроется диалоговое окно **Редактирование размера**. В окне отметить нужные параметры и нажать кнопку **Автопозиционирование**, размер будет проставлен. Аналогичным образом проставляются остальные размеры (см. сборочный чертеж).

4. Обозначение базы **A** для ссылки в технических требованиях выполняется с помощью команды **Простановка баз** (5), указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» помечается место размещения условного значка (6) (см. рис. УЭ9.21).

Шаг 8. Разработка технических требований и заполнение основной надписи.

Технические требования. Для создания технических требований указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» нажать кнопку **Технические требования**  (1). Появится диалоговое окно **Технические требования**. Заполнить технические требования, открыв при помощи кнопки  (2) соответствующее окно, и нажать кнопку **ОК** (3) (рис. УЭ9.22).

Основная надпись. Заполнение основной надписи выполняется в окне **Свойства**, которое открывается указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке команды **Свойства документа**  (1). В закладке **Общие** (2) заполняются сведения об изделии (3) и фамилии разработчика и проверяющих лиц (4), занесенные сведения фиксируются нажатием кнопки **ОК**. Сведения об организации заносятся

в основную надпись через команду **Настройка оформления спецификации**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке 5 открыть окно, в котором с клавиатуры ввести данные об организации разработчике в поле 6, нажать кнопку **ОК** (7) (рис. УЭ9.23).

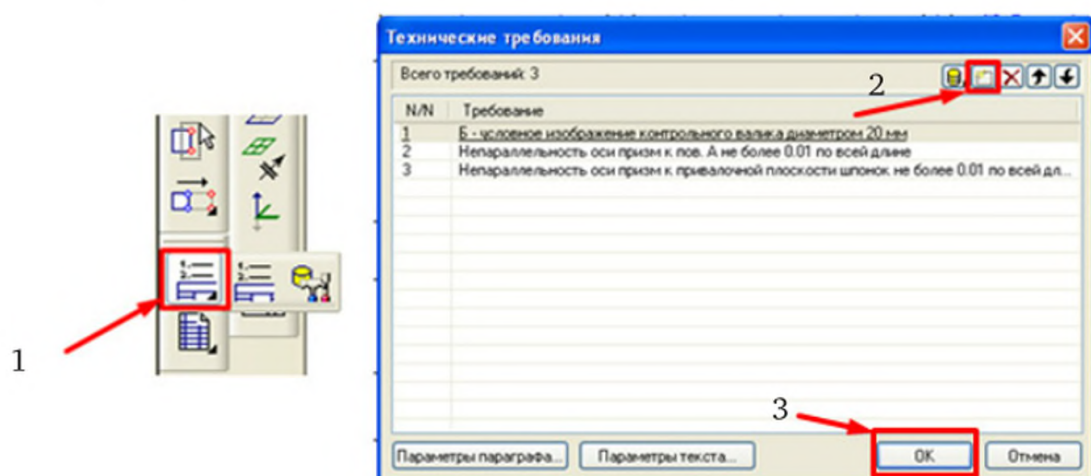


Рис. УЭ9.22

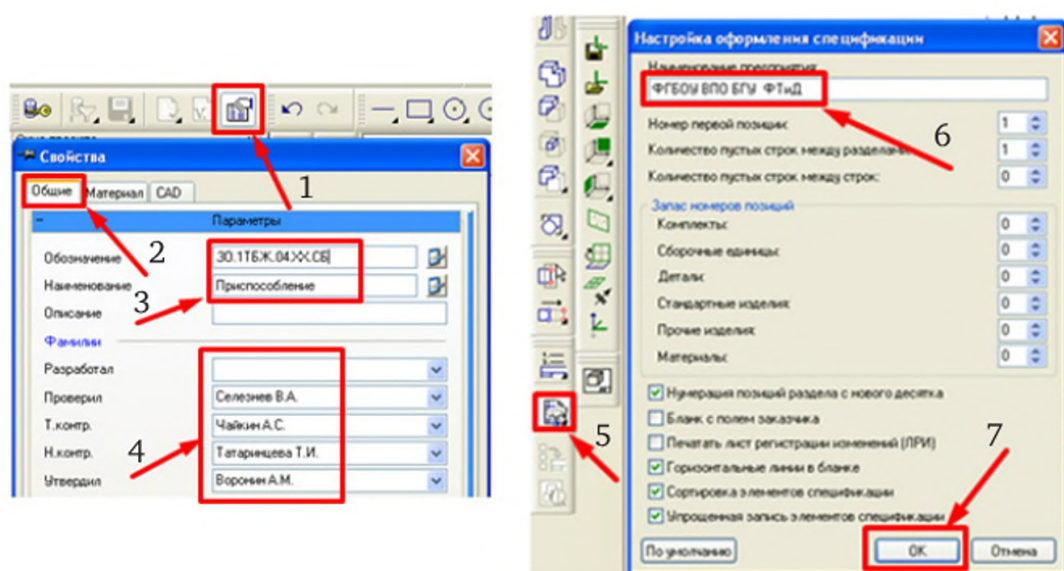



Рис. УЭ9.23

Оформленный чертёж изделия показан на рис. УЭ9.24.

Шаг 9. Разработка спецификации.

Дерево построения спецификации отражается в окне проекта, открытие которого выполняется через клавишу группы команд **Сервис** (1): в выпадающем меню рядом с текстом **Окно проекта** необходимо поставить «птичку» (2). Слева от рабочего поля откроется зона **Окно проекта** (3), в которой будут фиксироваться сведения из спецификации (см. рис. 7.2 в разд. 7).

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки «мыши» по кнопке **Спецификация**  открыть дополнительное меню. Выбрать тип документа **Спецификация** (см. рис. 7.3 в разд. 7).

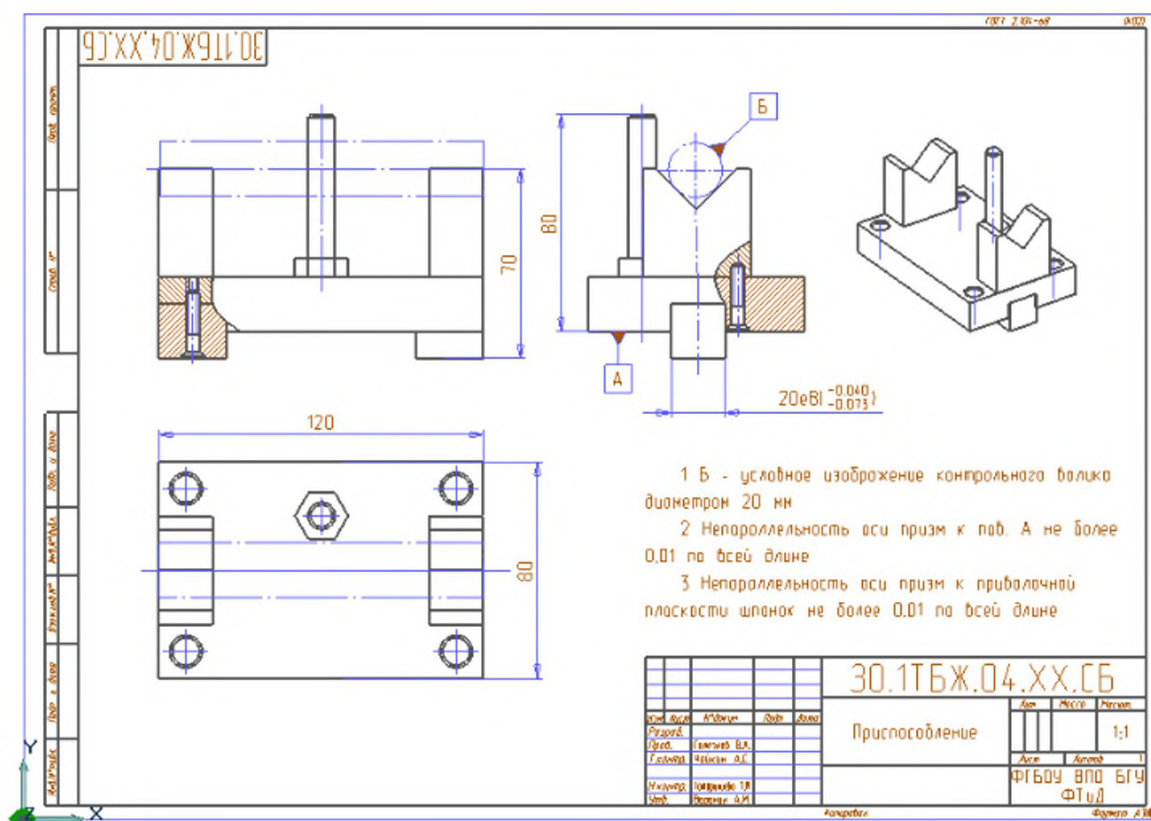


Рис. УЭ9.24

2. Система создаст дерево спецификации с соответствующими разделами в окне проекта. Для внесения общих данных по спецификации указать курсором первый объект дерева спецификации **Спецификация единичная**. При помощи правой кнопки «мышь» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Редактировать** (см. рис. 7.4 в разд. 7).

В появившемся окне **Спецификация** ввести с клавиатуры сведения об изделии и разработчиках и нажать кнопку **ОК** (рис. УЭ9.25).

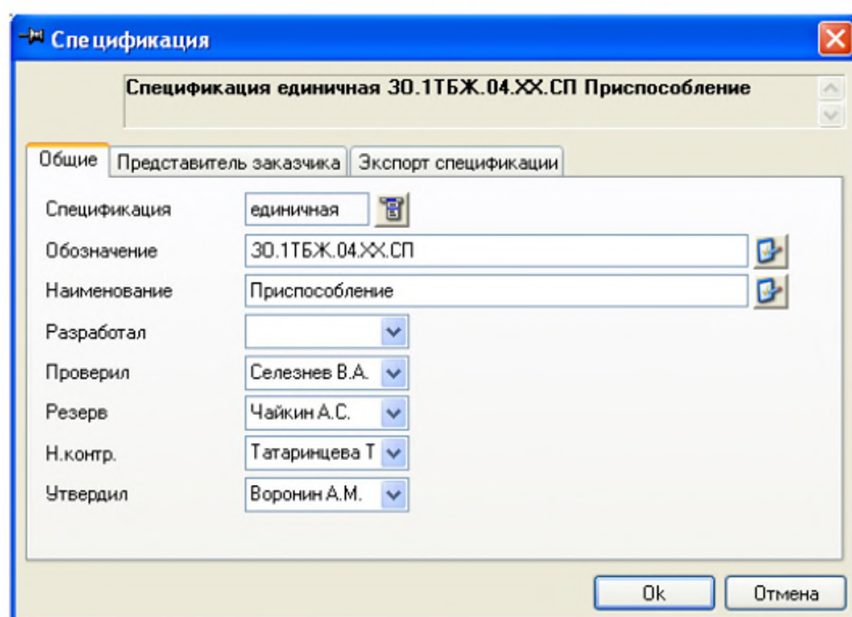


Рис. УЭ9.25

В раздел **Документация** вносятся документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме его спецификации. Для внесения данных по документации указать курсором в дереве спецификации **Раздел: Документация**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый**. В появившемся окне **Элемент спецификации** ввести в поле **Формат** значение **A3** и в поле **Наименование** — **Сборочный чертеж** и нажать кнопку **ОК** (рис. УЭ9.26).

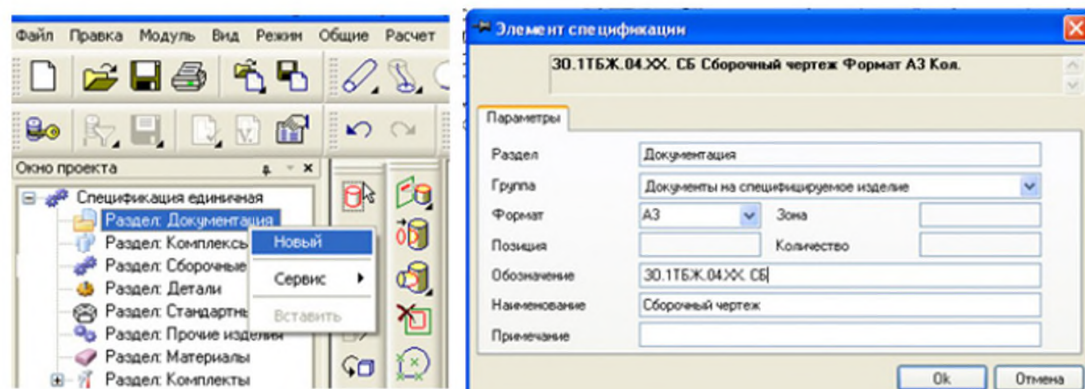


Рис. УЭ9.26

Из остальных разделов спецификации для разработанного изделия используются разделы «Детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие» и «Стандартные изделия». Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке.

Для внесения данных о деталях указать в дереве спецификации **Раздел: Детали** (1). При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый** (2). В появившемся окне **Элемент спецификации** ввести в поле **Позиция** — **1**, в поле **Обозначение** — **30.1ТБЖ.04.XX.01** и в поле **Наименование** — **Плита** (3), в поле **Количество** — **1** и нажать кнопку **ОК** (5) (рис. УЭ9.27). Аналогично для остальных деталей в алфавитном порядке.

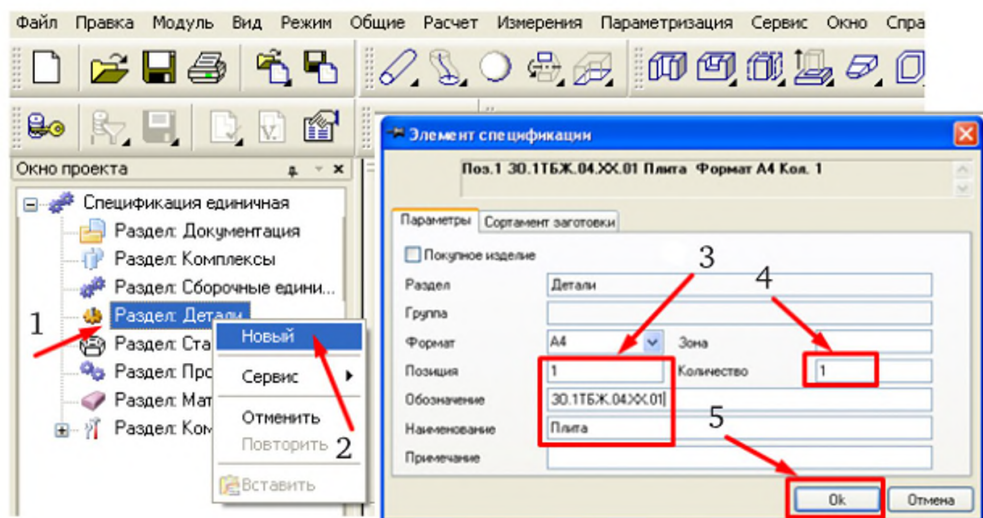


Рис. УЭ9.27

Для внесения данных о стандартных изделиях указать в дереве спецификации **Раздел: Стандартные изделия** (1). При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Новый** (2). В появившемся окне **Элемент спецификации** ввести в поле **Позиция** — 6 (3), в поле **Наименование** — **Винт М5Х30 ГОСТ 17475—80** (5), в поле **Количество** — 6 (4) и нажать кнопку **ОК** (5) (рис. УЭ9.28). Аналогично для детали **Гайка М10**.

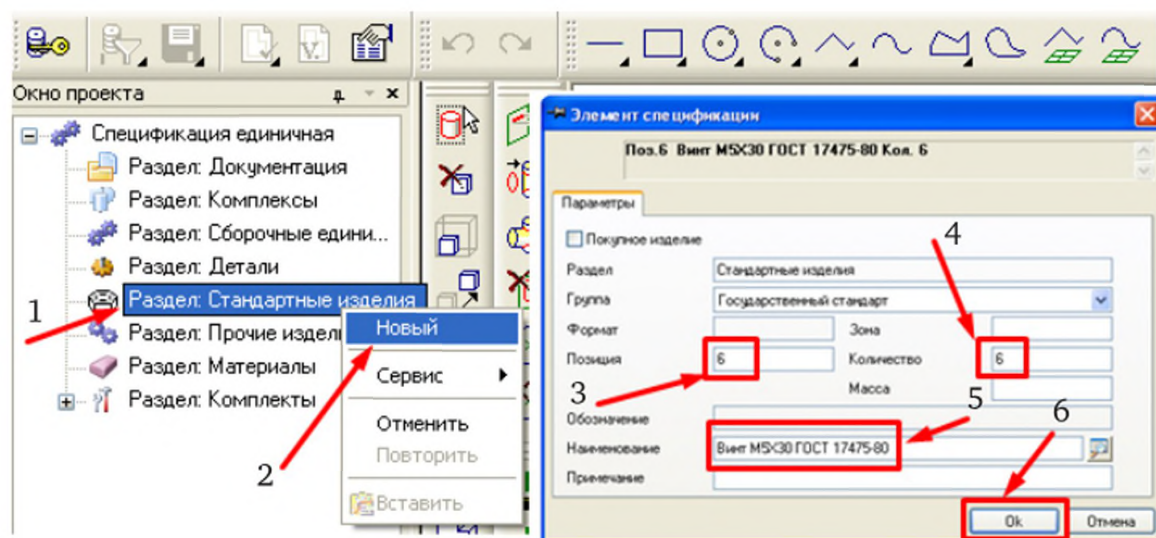


Рис. УЭ9.28

По завершении заполнения спецификации выполняется формирование документации. В дереве в окне проекта выделить **Спецификация единичная**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Формировать документацию** (см. рис. 7.9 в разд. 7). После завершения формирования нажать кнопку **ОК**.

Для просмотра спецификации в дереве в окне проекта выделить **Спецификация единичная**. При помощи правой кнопки «мыши» вызвать контекстное меню и выбрать в нем **Предварительный просмотр** (см. рис. 7.10 в разд. 7).

На экране появится первый лист разработанной спецификации к сборочному чертежу приспособления (рис. УЭ9.29).

Простановка номеров позиций на сборочном чертеже выполняется по данным, занесенным в спецификацию. На каждой позиции из окна проекта (1) через правую кнопку открывается контекстное меню. В нем выбирается строка **Установить позицию** (2) (рис. УЭ9.30).

Указанием курсора на изображение выбранной детали и щелчком левой кнопки «мыши» на поле чертежа устанавливается полка с номером детали. Действия повторяются для простановки номеров всех деталей (рис. УЭ9.31).

Форма 1 ГОСТ 2.106-96

Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
<i>Документация</i>							
Справ. Н	А3		30.1ТБЖ.04.XX	Сборочный чертеж			
		<i>Детали</i>					
		1	30.1ТБЖ.04.XX.01	Плита	1		
		2	30.1ТБЖ.04.XX.02	Призма	2		
		4	30.1ТБЖ.04.XX.04	Стойка	1		
А4	5	30.1ТБЖ.04.XX.05	Шпонка призм. 20X20X25	2			
<i>Стандартные изделия</i>							
Подп. и дата	Взнос, инв.	№ док. и дубл.	6	Винт М5Х30 ГОСТ 17475	6		
			2	Гайка М10 ГОСТ 59297-70	1		
Лист			30.1ТБЖ.04.XX.СП				
Разработ.			Приспособление				
Пров.							
Н.контр.							
Этб.			Копировал				
			Формат А4				

Документ разработан с использованием САП/САМ/ТАРР системы АСКМ

Рис. УЭ9.29

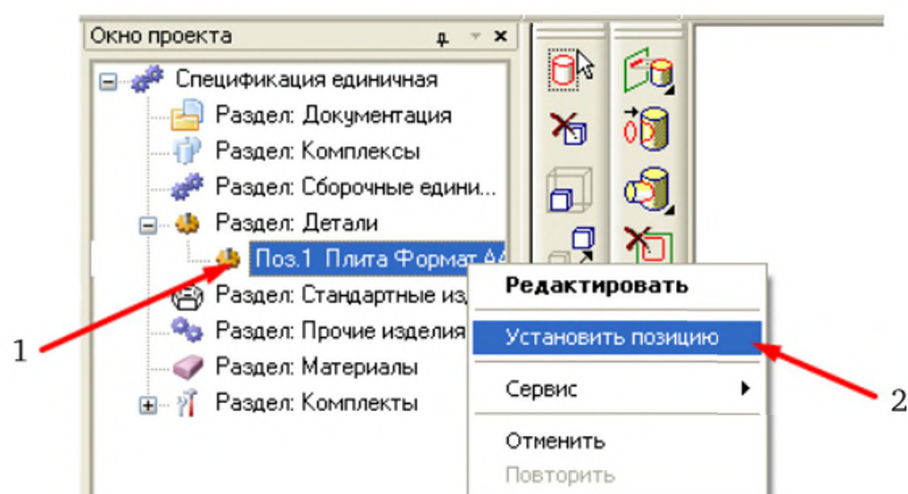


Рис. УЭ9.30

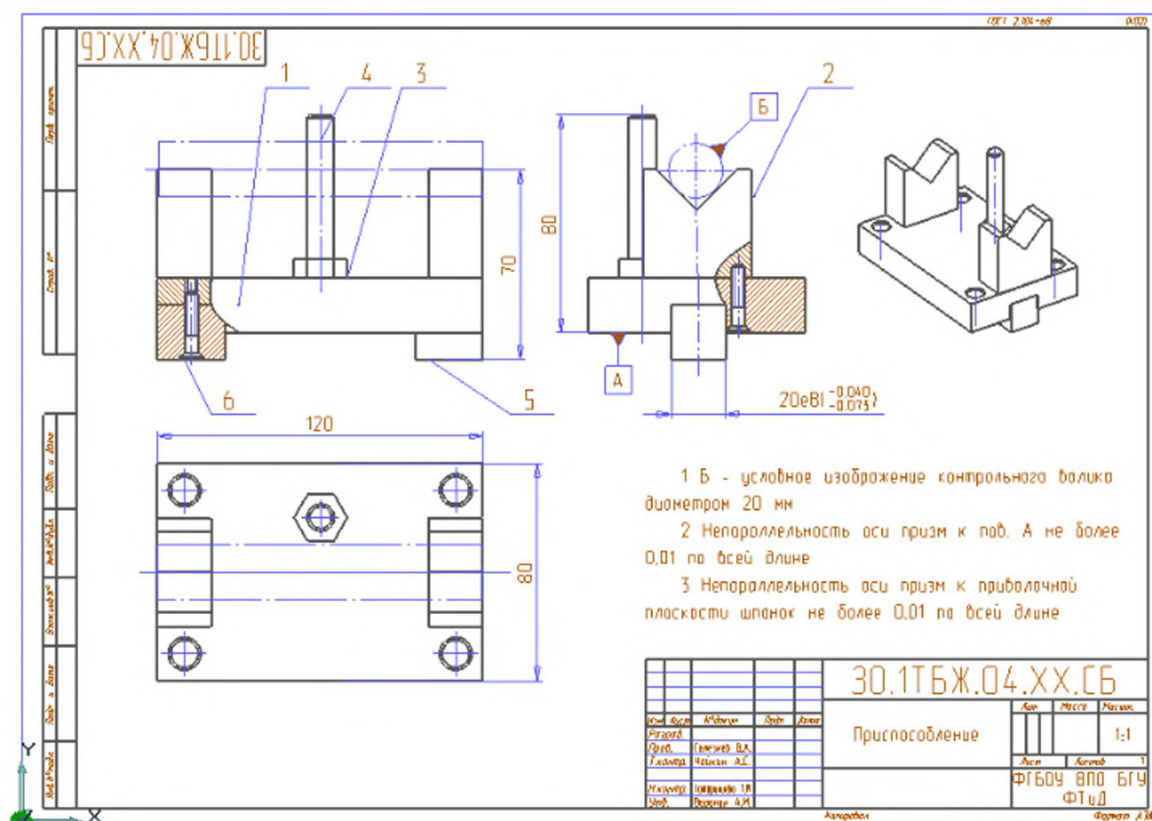


Рис. УЭ9.31

Самостоятельная работа № 6

Задание. Создать объемную модель приспособления согласно эскизу (рис. УЭ9.32) по размерам, указанным в таблице. Диаметр четырех отверстий для крепления приспособления — 10 мм. Все фаски на деталях 1×45 мм. Выполнить сборочный чертеж приспособления по 3D-модели и оформить его согласно требованиям ЕСКД. Оформить спецификацию.

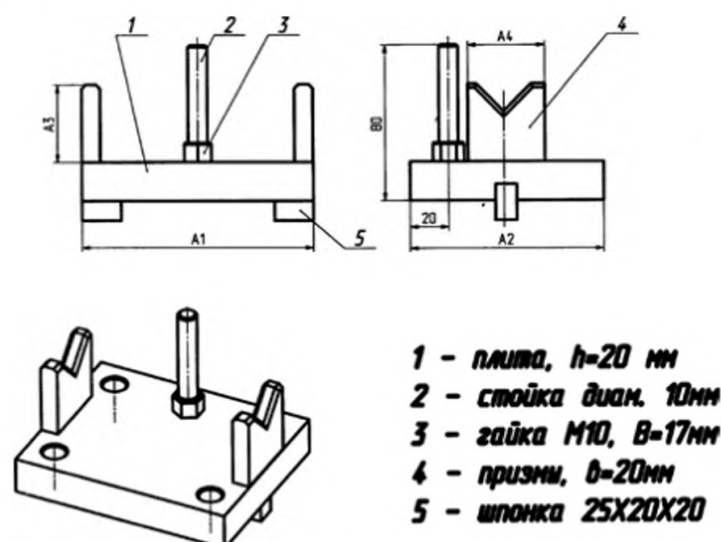


Рис. УЭ9.32

Таблица

Варианты размеров приспособления, мм, для самостоятельной работы

№ вари- анта	A1	A2	A3	A4	№ вари- анта	A1	A2	A3	A4
1	120	80	40	40	11	130	120	40	50
2	125	85	50	50	12	135	115	50	60
3	130	90	40	60	13	140	110	40	40
4	135	95	50	40	14	145	105	50	50
5	140	100	40	50	15	150	100	40	60
6	145	105	50	60	16	155	95	50	40
7	150	110	40	40	17	160	90	40	50
8	155	115	50	50	18	165	85	50	60
9	160	120	40	60	19	170	80	40	40
10	165	125	50	40	20	175	75	50	50

Рекомендуемая литература

1. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка / Быков А. В., Силин В. В., Семенников В. В., Феоктистов В. Ю. — СПб. : БХВ — Петербург, 2003. — 320 с.
2. Для учебных заведений. Методические материалы: [сайт]. URL: <http://www.adem.ru> (дата обращения: 20.11.2014).
3. Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.
4. Компьютерная графика : учебник и практикум для СПО / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 228 с. — (Профессиональное образование).
5. Методологические основы системы модульного формирования содержания образовательных программ и совместимой с международной системой классификации учебных модулей (по материалам научных исследований, выполненных МГУ им. М. В. Ломоносова в рамках проекта ФПРО 2005 года и национального проекта 2006 года) [Электронный ресурс]. — URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/0/> (Дата обращения: 19.09.2018).
6. Приказ Минобрнауки России от 18.04.2014 № 350 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.08 Технология машиностроения».
7. Селезнев В. А. Основные направления и методы подготовки специалистов в области металлообработки / В. А. Селезнев // CAD/CAM/CAE observer. — 2014. — № 5 (89). — С. 55—58.
8. Селезнев В. А. Инновационные технологии для формирования компетенций рабочих. Исследования и практические рекомендации / В. А. Селезнев. — Lambert Academic Publishing, Germany, 2011. — 118 стр.
9. Селезнев В. А. Информационная и практическая подготовка специалиста технического профиля / В. А. Селезнев, В. А. Федотов // Профессиональное образование. Столица. — 2015. — № 4. — С. 34—37.
10. Чекмарев А. А. Справочник по черчению : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 316 с.
11. Шевцова А. М. Введение в автоматизированное проектирование. Элективный курс : учеб. пособие / А. М. Шевцова, П. Я. Пантюхин. — М. : Бином, Лаборатория знаний, 2011. — 283 с.
12. Юрин В. Н. Компьютерный инжиниринг и инженерное образование / В. Н. Юрин. — М. : Эдиториал УРСС, 2002. — 152 с.

Стандарты

ГОСТ 2.053—2006. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.102—2013. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.103—2013. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Стадии разработки.

ГОСТ 2.306—68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.

ГОСТ 2.316—2008. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах.

ГОСТ 2.109—73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2789—73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.



Новинки издательства по инженерной графике и сопутствующим дисциплинам

1. *Большаков, В. П.* Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями : учеб. пособие для академического бакалавриата / В. П. Большаков, А. В. Чагина. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019.
2. *Вышнепольский, И. С.* Техническое черчение : учебник для прикладного бакалавриата / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019.
3. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
4. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
5. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общ. ред. Р. Р. Анамовой, С. А. Леонову, Н. В. Пшеничнову. — М. : Издательство Юрайт, 2019.
6. *Левицкий, В. С.* Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учебник для прикладного бакалавриата / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
7. *Хейфец, А. Л.* Компьютерная графика для строителей : учебник для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, В. Н. Васильева, И. В. Буторина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
8. *Чекмарев, А. А.* Инженерная графика : учебник для прикладного бакалавриата / А. А. Чекмарев. — 13-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019.
9. *Чекмарев, А. А.* Черчение. Справочник : учеб. пособие для прикладного бакалавриата / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. — 9-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019.
10. Электроэнергетические системы и сети: применение САД-сред в 2 ч. Часть 1 : учеб. пособие для вузов / С. А. Ерошенко [и др.] ; под науч. ред. А. А. Суворова. — М. : Издательство Юрайт, 2018.
11. Электроэнергетические системы и сети: применение САД-сред в 2 ч. Часть 2 : учеб. пособие для вузов / С. А. Ерошенко [и др.] ; под науч. ред. А. А. Суворова. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Приложение. Группы основных команд модуля CAD системы ADEM











Таблица

Управление файлами		Настройка параметров разработки	
Файл	Открывает команды: Создать, Открыть, Сохранить, Сохранить как, Печать чертежа, Печать экрана и др.	Режим	Открывает команды: Формат листа, Единицы измерения, Текст и др.
Создать	Создание нового документа	Формат листа	Задание формата листа
Открыть	Вызов диалога открытия файла	Единицы измерения	Установка параметров единиц измерения
Сохранить	Сохранение текущего документа в работе	Текст	Установка параметров текста
Сохранить как...	Присвоение нового имени документу	D — число — OK	Установка шага курсора
Печать Чертежа	Печать чертежа в 2D	G — число — OK	Установка шага сетки
Печать Экрана	Печать 3D-модели		
Точные перемещения при построениях			
О (лат.)	Перенос начала относительной системы координат	X — число — Enter	Точные перемещения с помощью клавиатуры по оси X
Home	Привязка к началу координат	Y — число — Enter	Точные перемещения с помощью клавиатуры по оси Y
D — число — OK	Точные перемещения с помощью курсора	N F9	Вспомогательная точка Деление пополам
	Настройка параметров автопривязки		Включение автопривязки

Создание 2D-элементов			
Отрезки			
	Создание элемента «отрезок» (указать два узла)		Построение отрезка, проходящего под заданным углом
	Построение линии касательной к окружности или дуге, проходящей через точку		Построение линии касательной к двум элементам
Прямоугольники			
	Создание элемента «прямоугольник» (указать два узла на диагонали)		Создание элемента «прямоугольник с горизонтальной осью симметрии»
	Создание элемента «прямоугольник с вертикальной осью симметрии» (указать два узла на диагонали)		
Окружности			
	Создание элемента «окружность» (указать центр и узел на окружности)		Создание элемента «окружность заданного диаметра с осями симметрии»
	Создание элемента «окружность заданного диаметра»		Создание элемента «окружность с осями симметрии»
Эллипс и дуга			
	Создание элемента «эллипс» (указать центр, узел большего диаметра и узел на эллипсе)		Создание элемента «дуга центр» (указать начало дуги, центр и узел, угол дуги)
Разное			
	Создание элемента «ломаная линия» (указать нужное количество узлов)		Создание элемента «сплайн» (указать нужное количество узлов)
	Создание элемента «замкнутый контур» (указать нужное количество узлов)		Создание элемента «многоугольник с осями симметрии»
Редактирование 2D-элементов			
	Скругление угла замкнутого контура		Скругление угла, образуемого двумя элементами
	Срезание фаски угла прямоугольника		Создание фаски угла, образуемого двумя элементами
	Удаление части элемента		Продление элемента

Управление 2D-изображениями			
	Отображение листа во весь экран		Динамическое перемещение изображения
Q/E	Увеличение/уменьшение в два раза в районе курсора		Включение элементов в группу
	Удаление группы элементов		Масштабирование группы элементов
	Перенос группы элементов		Поворот группы элементов
	Копирование группы элементов		Зеркальное отражение группы элементов
	Объединение группы элементов		Вычитание группы элементов
	Совмещение группы элементов		Деформирование группы элементов
Оформление чертежей			
	Ортогональные (линейные) размеры		Угловые размеры
	Различные виды допусков на размеры		Шероховатость поверхности, открытие стрелки и базы
	Выносная полка		Открытие текстовой строки
	Ограничение зоны штриховки (основные или все линии)		Изменение типа линий
Выполнение 3D-построений			
	Проволока, открытие команды Труба		Труба
	Построение сферы		Построение тела смещением профиля на заданную высоту
	Построение тела вращением вокруг оси		Построение тела по набору сечений
Редактирование 3D-построений			
	Создание сквозного отверстия		Открытие команд создания отверстий различного типа
	Отражение изометрического вида		Поворот рабочей плоскости параллельно экрану

Окончание таблицы

	Скругление ребра		Снятие фаски на ребре
	Изменение цвета тела или грани		Объединение тел
	Вычитание тел		Совмещение тел
Управление 3D-построениями			
	Динамическое вращение тела		Выбор рабочей плоскости
	Создание чертежных видов по 3D-модели		Триммирование тела плоскостью

Наши книги можно приобрести:

Учебным заведениям и библиотекам:
в отделе по работе с вузами
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: vuz@urait.ru

Частным лицам:
список магазинов смотрите на сайте urait.ru
в разделе «Частным лицам»

Магазинам и корпоративным клиентам:
в отделе продаж
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: sales@urait.ru

Отзывы об издании присылайте в редакцию
e-mail: gred@urait.ru

Новые издания и дополнительные материалы доступны
на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»

Учебное издание

**Колошкина Инна Евгеньевна,
Селезнев Владимир Аркадьевич**

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. CAD

Учебник и практикум для СПО

Формат 70×100 1/16.
Гарнитура «Charter». Печать цифровая.
Усл. печ. л. 17,07

ООО «Издательство Юрайт»
111123, г. Москва, ул. Плеханова, д. 4а.
Тел.: (495) 744-00-12. E-mail: izdat@urait.ru, www.urait.ru