

ВЫСШЕЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

И. Е. Колоскина,  
В. А. Селезнев,  
С. А. Дмитренко

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебник в двух томах  
4-е издание



Важно!  
Скачайте приложение

УМО ВО  
РЕКОМЕНДУЕТ

**Юрайт**  
ПРАВОСЛАВНОЕ

И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ ДЛЯ СПО

4-е издание, переработанное и дополненное

*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 004.92(075.32)  
ББК 32.973я723  
К61

**Авторы:**

**Колошкина Инна Евгеньевна** — руководитель проектов федерального центра компетенций в сфере производительности труда (г. Москва);

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

**Дмитроченко Светлана Алексеевна** — директор Новозыбковского промышленного техникума (г. Новозыбков, Брянская область).

**Рецензенты:**

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

**Погонышева Д. А.** — доктор педагогических наук, заведующая кафедрой автоматизированных информационных систем и технологий финансово-экономического факультета Брянского государственного университета.

**Колошкина, И. Е.**

К61 Компьютерная графика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 237 с. — (Профессиональное образование). — Текст: непосредственный.

ISBN 978-5-534-17739-8

Курс предназначен для начального освоения компьютерной графики и 3D-моделирования в конструкторском модуле программе ADEM 9.0 и предполагает изучение этой программы при создании технического рисунка. В курсе приведены сведения о порядке построения основных геометрических примитивов, используемых для разработки технических рисунков, описан порядок создания объемных 3D-моделей. Даны образцы выполненных работ, имеются задания для самостоятельного проектирования.

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

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 004.92(075.32)  
ББК 32.973я723

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

© Селезнев В. А., Дмитроченко С. А.,  
Колошкина И. Е., 2016

© Селезнев В. А., Дмитроченко С. А.,  
Колошкина И. Е., 2024, с изменениями

© ООО «Издательство Юрайт», 2024

ISBN 978-5-534-17739-8

# Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>5</b>
<b>Основные определения.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Общие требования к выполнению технического рисунка и его разработка с помощью компьютерной графики .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Назначение интегрированной конструкторско-технологической компьютерной системы ADEM CAD/CAM/CAPP .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Установка и запуск программы ADEM.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Структура экрана модуля ADEM CAD.....</b>	<b>20</b>
<b>5. Изображение 2D геометрических примитивов.....</b>	<b>28</b>
5.1. Построение отрезков.....	28
5.2. Построение прямоугольников .....	31
5.3. Построение окружностей.....	32
5.4. Построение дуг.....	34
5.5. Построение ломаных линий .....	35
5.6. Построение элемента «сплайн» .....	36
5.7. Построение замкнутых контуров.....	37
5.8. Виды линий и их выбор.....	39
<b>6. Управление 2D-изображениями .....</b>	<b>42</b>
6.1. Удаление элементов .....	42
6.2. Масштабирование изображений.....	43
6.3. Перенос элементов.....	44
6.4. Поворот элементов.....	46
6.5. Копирование элементов .....	48
6.6. Зеркальное отражение 2D-изображений .....	49
6.7. Булевы операции с 2D-изображениями.....	50
6.8. Динамическое перемещение изображения, приближение или отдаление изображения .....	55
<b>7. Редактирование 2D-изображений .....</b>	<b>57</b>
7.1. Скругление углов .....	57
7.2. Срезание фасок.....	59
7.3. Триммирование.....	61
7.4. Продление элемента.....	61
7.5. Штриховка области .....	62

<b>8. Объемное 3D-моделирование.....</b>	<b>64</b>
8.1. Виды объемных изображений .....	64
8.2. Способы создания объемных изображений (формообразующие операции) .....	65
8.3. Построение объемных изображений «проволока», «труба» и «сфера» .....	67
8.4. Построение объемных изображений методом смещения профиля .....	71
8.5. Построение объемных изображений методом вращения профиля .....	72
8.6. Построение 3D-моделей на основе созданных тел.....	73
<b>9. Управление 3D-изображениями .....</b>	<b>77</b>
9.1. Удаление элементов .....	77
9.2. Масштабирование объемных изображений .....	78
9.3. Перемещение объемных изображений .....	79
9.4. Поворот объемных изображений .....	82
9.5. Копирование объемных тел.....	85
9.6. Зеркальное отражение объемных тел .....	86
9.7. Задание рабочей плоскости .....	87
9.8. Булевы операции с 3D-изображениями.....	88
<b>10. Редактирование 3D-изображений.....</b>	<b>92</b>
<b>11. Получение аксонометрического изображения с 3D-модели .....</b>	<b>96</b>
<b>12. Сохранение выполненных разработок и печать результатов проектирования.....</b>	<b>98</b>
<b>13. Пример выполнения разработки объемной модели и технического рисунка .....</b>	<b>102</b>
13.1. Настройка параметров проектирования.....	102
13.2. Разработка 3D-модели изделия.....	104
13.3. Разработка изометрического вида изделия .....	109
<b>14. Практикум по выполнению технического рисунка в модуле CAD программы ADEM 9.0 Student .....</b>	<b>111</b>
<b>Рекомендуемая литература .....</b>	<b>225</b>
<b>Новые издания по дисциплине «Компьютерная графика» и смежным дисциплинам .....</b>	<b>226</b>
<b>Приложение 1. Группы основных команд модуля CAD системы ADEM .....</b>	<b>229</b>
<b>Приложение 2. Примеры выполнения технических рисунков.....</b>	<b>233</b>
<b>Приложение 3. Рабочая программа модуля «Основы компьютерной графики и 3D-моделирование. Технический рисунок» (72 учебных часа) .....</b>	<b>235</b>

## Введение

Различные изделия, создаваемые человеком, разработчику необходимо сначала мысленно представить и затем отобразить внешний вид, внутреннее строение в форме, доступной для дальнейшего изготовления. Ранее проблема отображения решалась вручную, на бумаге, при помощи чертежных инструментов и т. д. Такая работа была очень трудоемкой, отнимала много времени, не отличалась точностью и имела массу других недостатков. Чтобы представить на бумаге какое-нибудь изделие, нужно было выполнить огромное количество набросков, эскизов, планов и чертежей. Все построения должны были выполняться с точностью до миллиметра, с соблюдением масштаба, так как любая погрешность при создании увеличивается в сотни раз. В современных условиях, при наличии высокопроизводительных компьютерных систем и разнообразного прикладного программного обеспечения, появилась возможность заменить рутинную ручную проектную работу разработчика более эффективным (качественным, точным, гибким, наглядным) созданием модели изделия с помощью компьютерной техники. Сейчас существует довольно много компьютерных систем отечественной разработки (требование по импортозамещению западных ПО на отечественные) для пространственного моделирования и проектирования (CAD/CAM-систем). Это Аскон ADEM, «Техтран», T-FLEX, Sprut и др. (анализ характеристик отечественного программного обеспечения для машиностроения представлен в табл. В.1). 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.

Исходя из данных, приведенных в таблице, достаточно полно отвечает этим требованиям отечественное программное обеспечение ADEM (*Automated Design Engineering Manufacturing*). Российская интегрированная ADEM CAD/CAM/CAPP — система, предназначенная для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП).

Анализ характеристик отечественного программного обеспечения для машиностроения (по данным открытых источников)

Характеристика ПО		АСКОН	ADEM	T-FLEX	Sprut	«Техтран»
Регистрация в общероссийском реестре			•	•	•	•
Единое программное пространство	Конструкторский модуль CAD		•			
	Технологический модуль CAPP		•			
	Модуль разработки управляющих программ для ЧПУ CAM		•			
	Модуль разработки постпроцессоров GPP		•			
	Модуль организации производства PDM		•			
Программа трехмерного моделирования CAD		•		•	•	•
Программа автоматизированной разработки технологических процессов, CAPP		•		•		
Программа автоматизированной разработки управляющих программ ЧПУ, CAM				•	•	•
Программа автоматизированной разработки постпроцессоров для ЧПУ, GPP					•	
Программа управления инженерными данными, PDM		•				
Совместимость с другими отечественными ПО			«Компас-3D»			
Лицензионная версия для учебных заведений		•	•	•		
Учебная версия в свободном доступе		Только для CAD	ADEM 9.0st CAD/CAM/CAPP	Только для CAD	Только на 30 дней	
Учебные пособия для высшего образования		Инструкция	Линейка учебников для ВО	Инструкция к CAD		Инструкция

ADEM представляет единый продукт, включающий в себя инструментарий для проектантов и конструкторов (CAD), технологов и нормировщиков (CAPP) и программистов ЧПУ (CAM). Он содержит несколько различных предметно-ориентированных САПР под единой логикой управления и на единой информационной базе. 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.

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

Специалист в области машиностроения, преподаватель профессиональной образовательной организации должен обладать также компетенциями, соответствующими основным видам его профессиональной деятельности, среди которых<sup>1</sup>:

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

Эти требования обеспечиваются освоением автоматизированных компьютерных конструкторско-технологических систем. Причем на производстве системы автоматизированного проектирования CAD/CAM широко применяются для автоматизации конструктор-

---

<sup>1</sup> Приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 № 727 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение».

ско-технологической подготовки производства. Они обеспечивают единую поддержку всего цикла разработки, начиная с 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.

Таким образом, современные системы способны обеспечить автоматизированную поддержку работы специалистов на всех стадиях проектирования и изготовления продукции. Процесс формирования компетенций у специалистов для работы с этими системами состоит из следующих уровней подготовки — компьютерная графика, инженерная графика (общие и общепрофессиональные компетенции), разработка технологической документации, программирование для станков с ЧПУ (профессиональные компетенции). В профессиональных образовательных организациях освоение таких компьютерных систем начинается с выполнения простейших проектных задач. В данном курсе приведены основные способы решения геометрических задач методами компьютерной графики и 3D-моделирования в программе ADEM.

Первоначальным этапом изучения этой системы будет освоение приемов разработки технического рисунка. Технический рисунок — это графическое изображение объекта от руки, на глаз, используя правила построения чертежных проекций. Для компьютерной графики изображение объекта выполняется с помощью геометрических примитивов (отрезок, прямоугольник, окружность и др.). Изображение воспроизводится с помощью управляющих команд, а соотношение размеров объекта определяется на глаз по опорной сетке на экране. Система позволяет разрабатывать технические рисунки как в формате 2D (плоские изображения), так и в формате 3D (объемные изображения). Изучение порядка выполнения технических рисунков предваряет освоение приемов инженерной компьютерной графики по автоматизированной разработке конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД. Приведенные в курсе сведения позволяют получить первичные знания о применении графического редактора для выполнения технических рисунков в рамках учебных дисциплин «Информатика», «Компьютерная графика», с освоения которых начинается знакомство будущего специалиста с информационными технологиями. Тем более что одно из требований к изучению этих предметов, отраженных в ФГОС — «применять графические редакторы для создания и редактирования изображений». Курс можно использовать при проведении занятий по дисциплинам «Машиностроительное черчение», «Информационные технологии в производственной деятельности» и др.



Содержание курса 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 показаны в иллюстрациях, последовательно отражающих этапы проектирования. Структура практикума по созданию технических рисунков в модуле CAD программы ADEM 9.0 разработана в соответствии с рекомендациями Международного центра развития модульной системы обучения (проект Международной организации труда) для подготовки учебных пособий для профессионального образования и состоит из 14 учебных элементов. В этом разделе с учетом нарастающей сложности разобраны примеры выполнения графических изображений и приведены задания для самостоятельной работы.

В результате работы с материалами курса студенты должны освоить:

***трудовые действия***

- владение навыками самостоятельной работы на компьютере;
- навыками работы с программными средствами общего и профессионального назначения;
- способами проектной и инновационной деятельности на производстве и образовании;
- навыками создания плоских и объемных моделей в графических редакторах компьютерных систем;

***необходимые умения***

- использовать современные информационно-коммуникационные технологии в процессе производственной и образовательной деятельности;

***необходимые знания***

- современных информационных технологий, используемых в производстве и образовании;
- принципов создания плоских и объемных моделей в графических редакторах компьютерных систем.

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 курсе.



Для самостоятельного освоения автоматизированной разработки изображения технического рисунка на основе материала этого курса можно использовать автоматизированное рабочее место, организованное по принципу «один системный блок + два монитора» (проект без дополнительных программных средств реализуется в ПО Windows 10). На одном мониторе открывается графический модуль для выполнения проектирования, на второй монитор выводится электронная версия этого курса, по материалам которой пошагово выполняются необходимые построения на первом мониторе.

Дальнейшее рассмотрение приемов автоматизированной разработки конструкторской документации в модуле CAD, на основе сведений из этого курса, излагается в курсе «Инженерная графика. CAD»<sup>1</sup>.

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

---

<sup>1</sup> Колошкина И. Е., Селезнев В. А. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2023.

## Основные определения

**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.

**АксонOMETрическая проекция** — способ изображения геометрических предметов на чертеже при помощи параллельных проекций.

**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.

**Замкнутый контур** — плоская фигура, имеющая непрерывный без разрывов контур.

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

**Изометрическая проекция** — разновидность аксонометрической проекции, при которой в отображении трехмерного объекта на плоскость коэффициент искажения по всем трем осям один и тот же.

**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 или пиктограммой 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.

**Слайн** — линия, представляющая собой плавную кривую, проходящую через определенные выбранные точки.

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

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

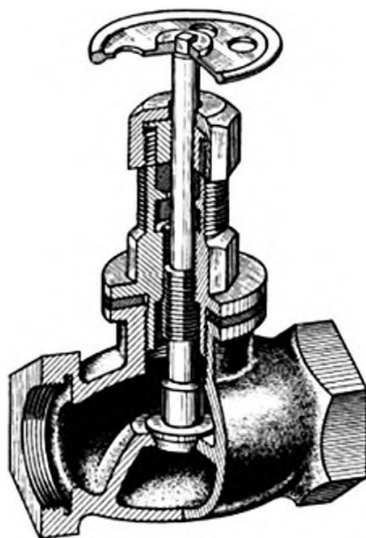
**Твердотельная 3D-модель** — пространственное изображение на экране в виде монолитной модели.

**2D** — плоское изображение объекта, имеющее две оси.

**3D** — пространственное изображение объекта, имеющее три оси.

# 1. Общие требования к выполнению технического рисунка и его разработка с помощью компьютерной графики

*Техническим рисунком* называют наглядное изображение, обладающее основными свойствами аксонометрических проекций или перспективного рисунка, выполненное без применения чертежных инструментов, в глазомерном масштабе, с соблюдением пропорций и возможным оттенением формы.

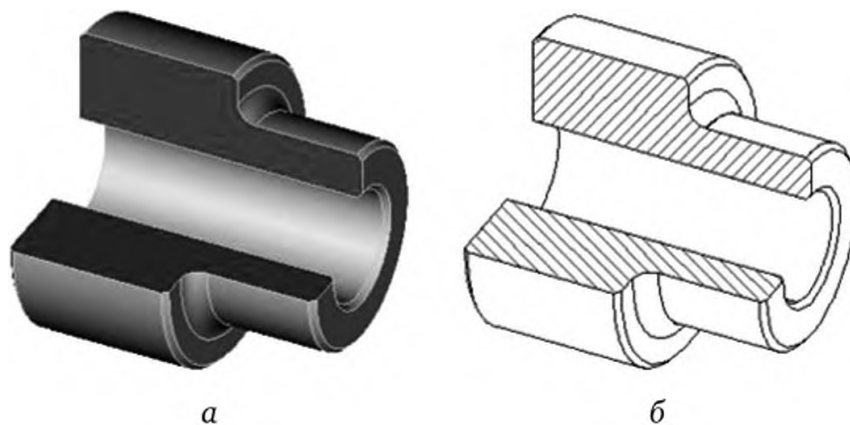


*Рис. 1. Технический рисунок сборочной единицы,  
выполненный в ручном режиме карандашом*

Технические рисунки используются разработчиками для раскрытия творческого замысла и раскрывают конструктивные особенности приспособления, механизма так, что по ним можно выполнить чертежи, разработать проект, изготовить объект в материале. Специалисты при проектировании новых образцов техники, изделий, сооружений используют технический рисунок как средство фиксации первых, промежуточных и окончательных вариантов решения технического замысла. Кроме того, технические рисунки служат для проверки правильности прочтения сложной формы, отображенной на чертеже. Технические рисунки обязательно входят в комплект документации, подготавливаемой для передачи в зарубежные страны. Они используются в технических паспортах изделий. Технические

рисунки не являются метрически определенными изображениями, если на них не проставлены размеры.

В отличие от ручного режима компьютерная разработка технического рисунка выполняется построением объемной 3D-модели и получением с нее, с помощью команды «Черчение с 3D-модели», аксонометрического плоского изображения в формате прямоугольной изометрической проекции.



**Рис. 2. Компьютерная объемная 3D-модель детали с разрезом (а)  
и ее изометрический вид (б)**

## **2. Назначение интегрированной конструкторско-технологической компьютерной системы ADEM CAD/CAM/CAPP**

Система автоматизированного проектирования (САПР) — организационно-техническая система, состоящая из средств автоматизации проектирования и специалистов, выполняющая автоматизированное проектирование объекта. Любая САПР состоит из проектирующих и обслуживающих подсистем.

В этом курсе разбирается порядок разработки конструкторской документации с помощью проектирующей подсистемы — лицензированной ADEM 9.0 и свободно распространяемой учебной версией этой программы ADEM 9.0 student. Сведения о системе можно найти на сайте компании разработчика <http://www.adem.ru>. ADEM CAD/CAM/CAPP — профессиональная система отечественной разработки для сквозного проектирования от формирования облика изделия до подготовки управляющих программ для оборудования с программным управлением с полным выпуском конструкторской и технологической документации. Система предназначена для следующих видов проектных работ:

- автоматизации плоского проектирования и выпуска чертежей деталей и сборочных единиц любой сложности;
- автоматизации объемного моделирования отдельных деталей и сборок из них;
- разработки кинематических, гидравлических, пневматических, электрических и электронных схем;
- подготовки управляющих программ для фрезерования, точения, пробивки, сверления, гравирования, лазерной резки и сварки;
- выпуска различной технологической и технической документации, содержащей текстовую и графическую информацию.

Система ADEM состоит из комплекса программ, имеющих определенное функциональное назначение. ADEM включает следующие средства автоматизации для различных видов инженерной деятельности, оперативное взаимодействие которых является ключом к рентабельному производству:

- CAD — систему для проектно-конструкторских работ, разработки оснастки, объемного и плоского моделирования, оформления КД согласно стандартам ЕСКД, ANSI, ISO;

— CAPP — систему автоматизированного проектирования технологических процессов и оформления технологической документации в соответствии с требованиями ГОСТ, ОСТ, СТП, ISO и других стандартов;

— CAM — систему, позволяющую выполнять программирование оборудования с программным управлением для различных видов механообработки и сварки, включая самые современные технологии, оборудование и инструмент.

Основные модули системы, а также остальные компоненты системы ADEM глубоко интегрированы друг с другом. Они представляют собой единое конструкторско-технологическое пространство, поэтому ADEM является эффективным инструментом конструкторско-технологической подготовки производства и уникальным средством подготовки специалистов широкого профиля, которые крайне востребованы современным машиностроением, широко применяется на предприятиях аэрокосмического комплекса.

В курсе рассматривается порядок автоматизированной разработки технических рисунков с помощью этой программы способом «компьютерного инжиниринга», включающий создание объемных моделей отдельных деталей или элементов, входящих в конструкцию, соединение объемных элементов в модель сборочной единицы, разработку изображений деталей и сборочных конструкций.

### 3. Установка и запуск программы ADEM

Требования к аппаратному обеспечению системы (рекомендуемые, с учетом быстрого морального старения компьютерной техники):

**Процессор:** начиная с Pentium IV (или аналога), предпочтительно Core 2 Duo и старше.

**Оперативная память (ОЗУ):** не менее 512 MB.

**Свободного места на жестком диске:** не менее 185 MB.

**Видеокарта:** предпочтительно NVIDIA, не менее 512 Мб VRAM, разрешение экрана 800 × 600 с глубиной цвета 16 бит.

**ОС:** Windows (XP/7), Vista.

4-скоростное устройство для чтения компакт-дисков или DVD-дисков.

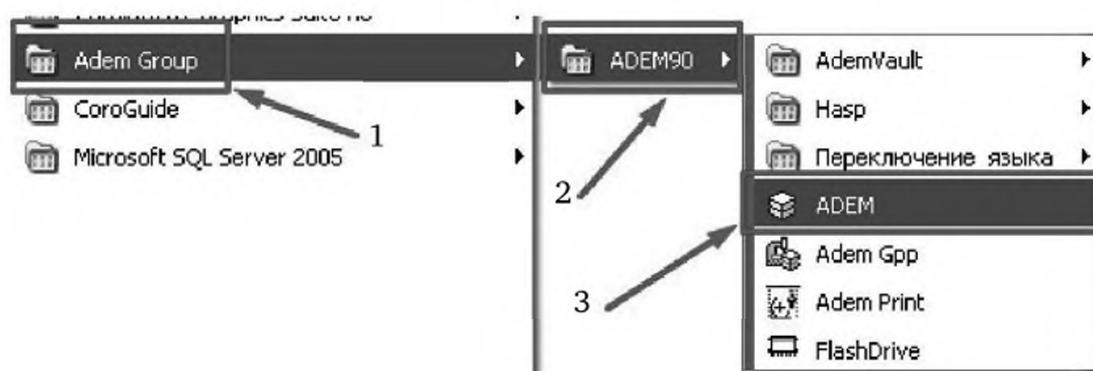
Для работы требуется мышь — 2 кнопки + колесо.

Для вывода на печать результатов проектирования для учебных целей вполне хватит возможностей принтера формата A4.

Запуск установленной учебной версии системы **ADEM 9.0** может быть осуществлен любым стандартным способом запуска приложений, который предусмотрен в установленной версии Windows.

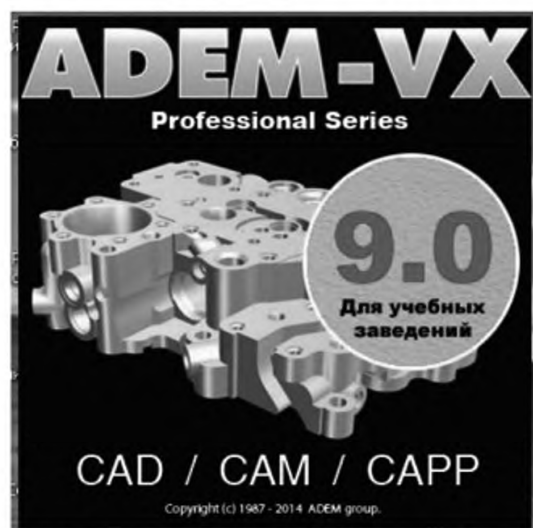
Для открытия установленной программы указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустите команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся меню щелкните по команде **Все программы**.

Для того, чтобы запустить приложение, проследуйте в списке по адресам **ADEM Group** (1) > **ADEM90** (2) > **ADEM** (3).





После запуска программы на экране появится заставка:



После этого открывается рабочее поле системы с экранным меню.



**Область построений** представляет собой прямоугольную область, в которую выводится текущая графическая информация: контуры, модели, чертежи, линии, текст, траектории и т. д.

**Окно проекта** содержит информацию о содержимом текущего файла. Окно содержит закладки, определяющие, какая информация выводится в окно проекта. Данные отображаются в виде иерархической структуры, называемой деревом. Окно проекта можно закрыть, нажав на кнопку с крестиком в его верхнем правом углу.

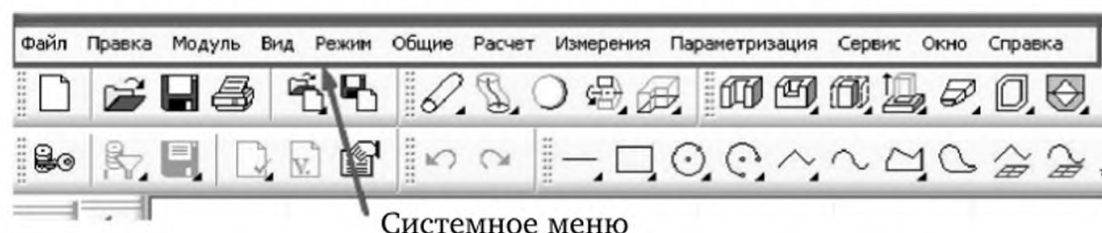
Для отображения окна проекта необходимо выбрать пункт главного меню «Сервис — Окно проекта».

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



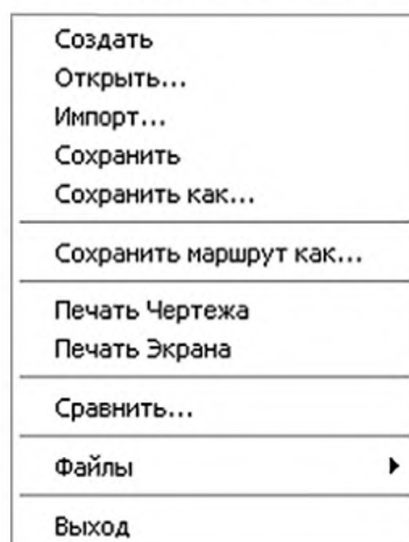
## 4. Структура экрана модуля ADEM CAD

Интерфейс системы соответствует стандартам Microsoft Windows. Интерфейс представлен системным меню, панелями инструментов, окном проекта, строкой режимов и настроек, строкой состояния.



Системное меню системы ADEM представляет собой стандартный элемент Windows приложений.

Меню **Файл** содержит следующие команды:



Из перечисленных команд наиболее часто при проектировании используются нижеследующие действия:

**Создать** — создание нового документа.

**Открыть...** — вызов диалога открытия ранее сохраненного файла.

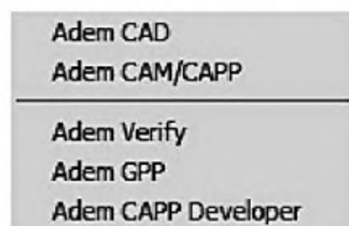
**Сохранить** — выполняется сохранение текущего документа в работе под своим именем.

**Сохранить как...** — вызов диалога присвоения нового имени документу.

**Печать Чертежа** — выполняется печать чертежа.

**Печать Экрана** — выполняется печать содержимого экрана (объемная модель).

Меню **Модуль** содержит следующие команды:

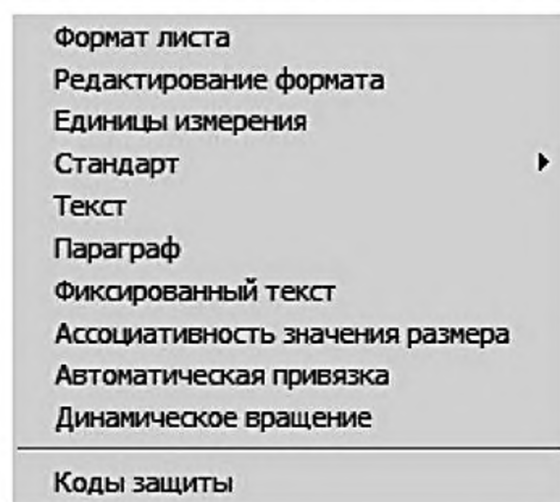


Модуль **ADEM CAD** обеспечивает:

- двухмерное плоское проектирование;
- трехмерное объемное поверхностное и твердотельное моделирование;
- подготовку конструкторской документации.

Модуль **ADEM CAM** позволяет задавать технологические переходы как для конструктивных элементов, состоящих из плоских 2D-контуров и 3D-моделей, созданных в модуле **ADEM CAD**. **ADEM CAM** включает инструменты для редактирования технологического маршрута и моделирования процесса обработки.

Меню **Режим** содержит следующие команды:



Из перечисленных команд наиболее часто при проектировании используются нижеследующие действия:

**Формат листа** — задание формата листа в соответствии с текущим стандартом, или определенного пользователем.

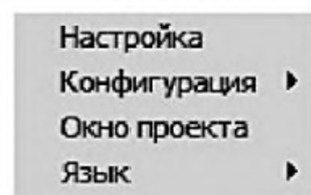
**Единицы измерения** — установка текущего формата отображения единиц измерения.

**Стандарт** — установка в качестве текущего одного из следующих стандартов:

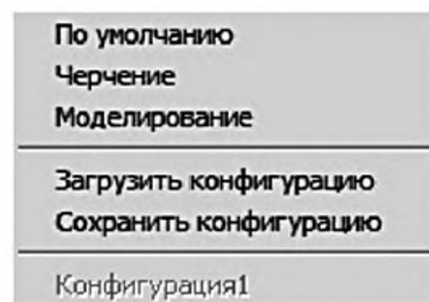
- ANSI;
- ЕСКД Машиностроение;
- ЕСКД Строительство.

**Текст** — установка параметров текста (размер шрифта, угол наклона строки, начертание).

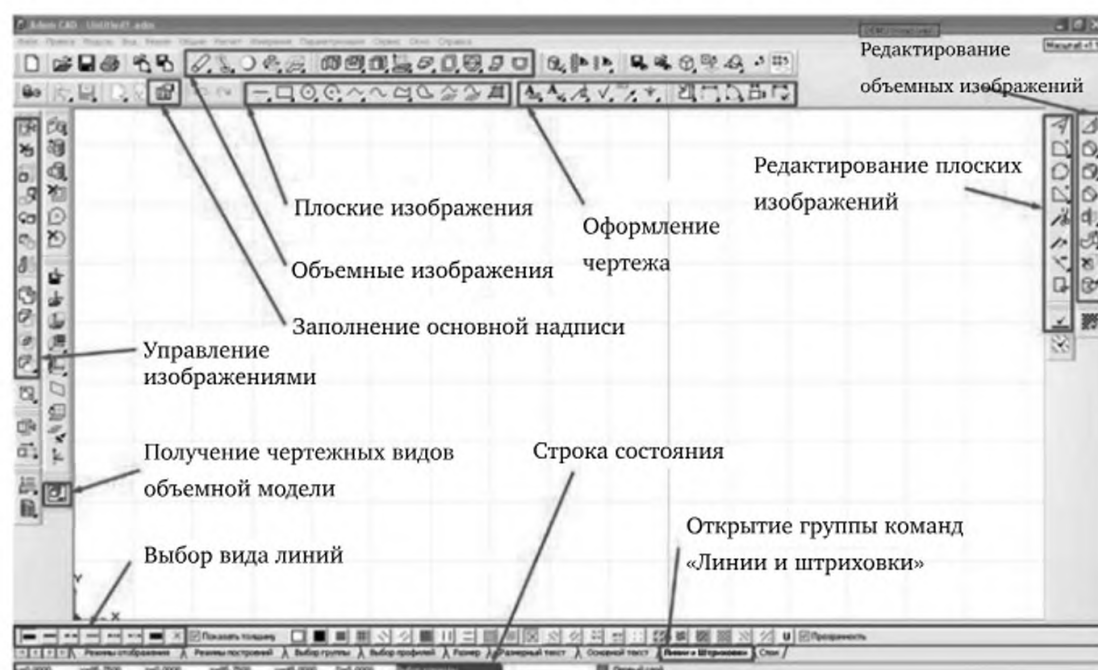
Виды действия остальных команд можно найти, при необходимости, в Приложении **Справка** программы в разделе **Системное меню**.  
Меню Сервис содержит следующие команды



Подменю **Конфигурация** содержит следующие команды:

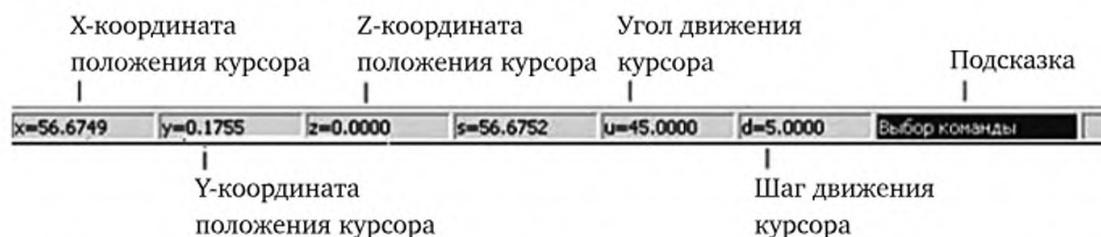


В состав **ADEM CAD** входят инструментальные панели различного назначения, состоящие из нескольких кнопок. Кнопки представляют собой прямоугольные области на экране, содержащие поясняющий текст или пиктограмму (рисунок). При нажатии на кнопку выполняется определенное действие программы. Кнопки, на которых в правом нижнем углу имеется черный треугольник, содержат несколько команд. Для выбора одной из них необходимо кликнуть на кнопку и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, выбрать необходимую команду. Некоторые кнопки содержат выпадающее меню, при помощи которого выбирается необходимый режим работы команды.

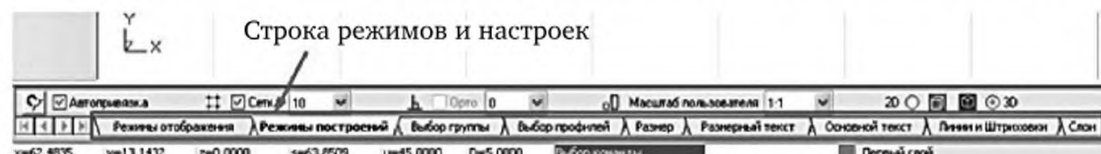


Кнопки выполнения различных команд сгруппированы по функциональности — плоские изображения, 3D-моделирование, управление изображениями, редактирование изображений и т. п. Группы команд, наиболее часто используемые при построениях, показаны на рисунке.

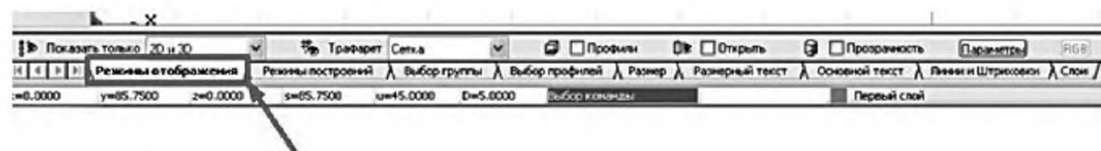
**Строка состояния** расположена в нижней части экрана и служит для информирования пользователя о координатах расположения курсора по осям абсолютной системы координат, текущих настройках окружения, состоянии системы, расположения изображения по слоям, а также размещения подсказок, облегчающих работу. Информация для диалога с системой (подсказка для дальнейших действий) находится в строке состояния на синем фоне.



**Строка режимов и настроек** расположена в нижней части экрана и предназначена для контекстного изменения режимов отображения, построений, выбора объектов, простановки размеров, типов линий и штриховок, а также управления слоями. Режимы и настройки логически сгруппированы и размещены на нескольких вкладках.



Закладка **Режимы отображения** предназначена для контекстного изменения режимов отображения плоской и объемной модели, трафарета с опорной сеткой или без нее, установки параметров отображения профилей, прозрачности.



Закладка **Режимы построений** предназначена для контекстного изменения режимов автоматической привязки, размеров клетки опорной сетки, ортогональности, масштаба пользователя, а также для переключения режима моделирования.





Закладка **Выбор группы** предназначена для контекстного изменения режимов выбора и отображения групп элементов — плоские, объемные и т. п. А также для переключения — от узлов для плоского изображения к вершинам для объемного изображения.



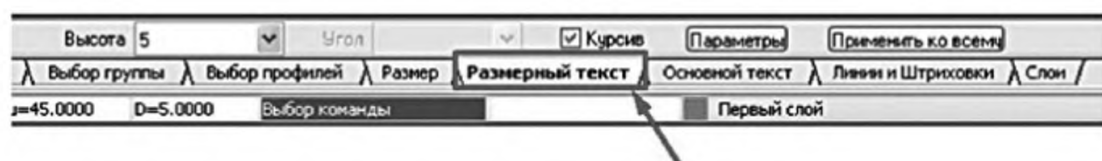
Закладка **Выбор профилей** предназначена для выбора разных типов объектов: выбор плоских или объемных элементов, для объемных элементов — выбор ребер (цепочки или граничных), а также граней.



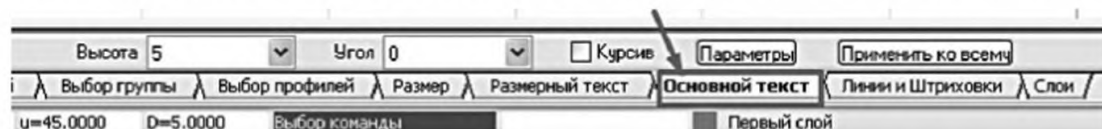
Закладка **Размер** предназначена для контекстного изменения режимов оформления размеров. Задается направление и размер стрелок, положение выносных размерных полоч, наличие размерной цепи.



Закладка **Размерный текст** предназначена для контекстного изменения параметров шрифта, используемого для создаваемых размеров.



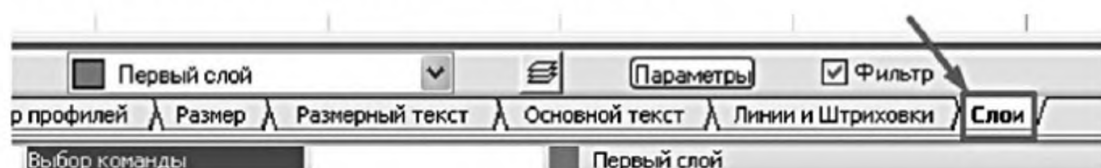
Закладка **Основной текст** предназначена для контекстного изменения параметров шрифта, используемого в основном тексте чертежа.



Закладка **Линии и Штриховки** предназначена для изменения типа линий и штриховки создаваемых 2D-элементов.

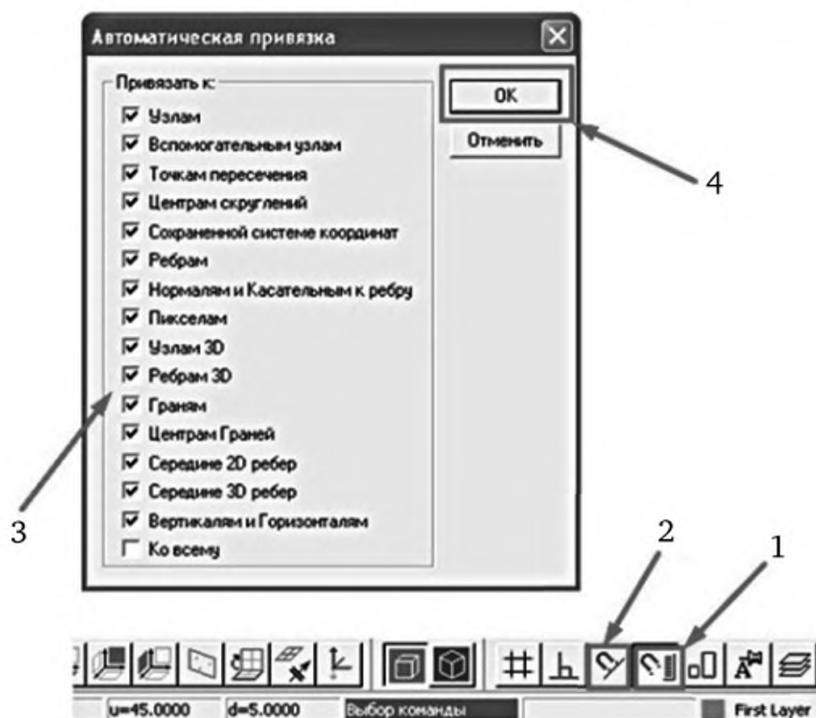


Закладка **Слои** позволяет работать с чертежом, как с серией невидимых плоскостей, называемых слоями.



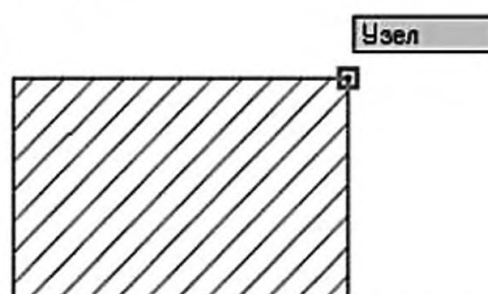
В программе ADEM есть функция **Привязка**, которая позволяет точно фиксировать курсор в характерных точках объектов, присутствующих на чертеже: конечные точки отрезков, середина отрезка, центр дуги или окружности, точка пересечения примитивов, вспомогательные точки и т. д. Привязку можно использовать 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 на табло **Автоматическая привязка**, для этого указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Фильтры автоматической привязки** (1), и на экране появится табло **Автоматическая привязка**. Выделить необходимые для проектирования характерные узлы (3) и зафиксировать выбранные значения нажатием кнопки **ОК** (4). Включение и выключение режима автоматической привязки выполняется указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по кнопке **Автопривязка** (2).

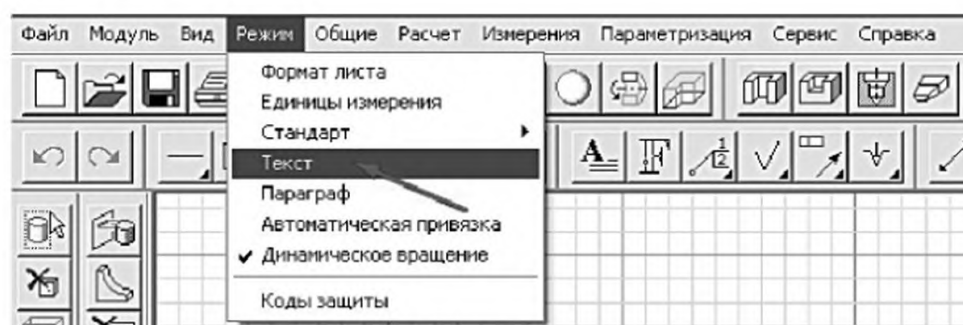




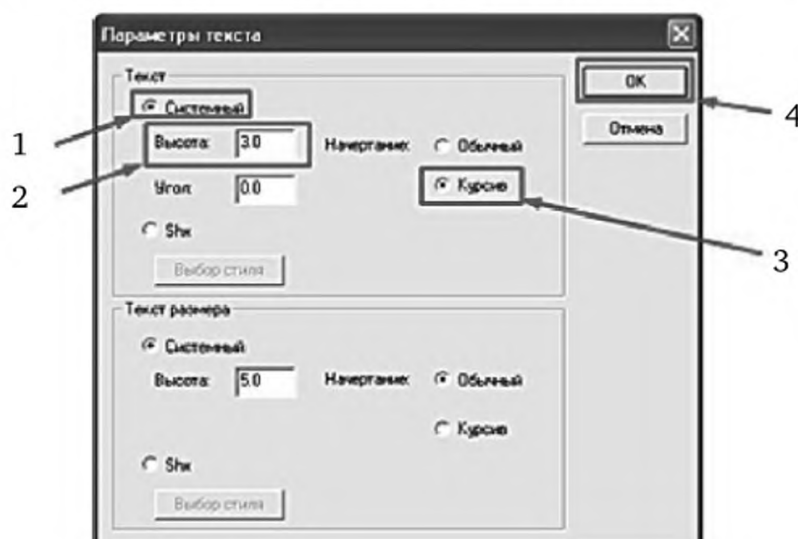
Когда привязка осуществлена, то в точке привязки возникает маленький прямоугольник.




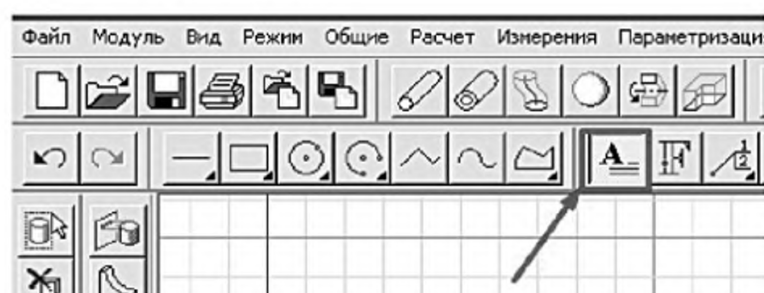
Для выполнения текста на рабочем поле необходимо заранее определить его параметры. Для чего выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Режим** и из выпадающего контекстного меню выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Текст**.




На открывшемся табло **Параметры текста** в группе команд **Текст** выделить **Системный** (действие 1), высоту шрифта установить в окне **Высота** (действие 2). В группе команд **Начертание** указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши установить команду **Курсив** (текст со стандартным наклоном) (действие 3) или **Обычный** (текст без наклона), и указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по команде **ОК** (действие 4) фиксировать выбранные данные.



Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Текстовая строка** .



Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши нижнюю точку начала строки, появится уголок синего цвета, указывающий месторасположение начала вводимого текста. Текст вводится с клавиатуры, после завершения ввода повторно нажать кнопку **Текстовая строка** .

## 5. Изображение 2D геометрических примитивов

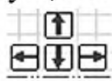
Под геометрическими примитивами понимается набор наиболее распространенных выполненных графически объектов: отрезки, окружности, дуги, ломаные линии и сплайны, замкнутые контуры, правильные многоугольники и т. п.

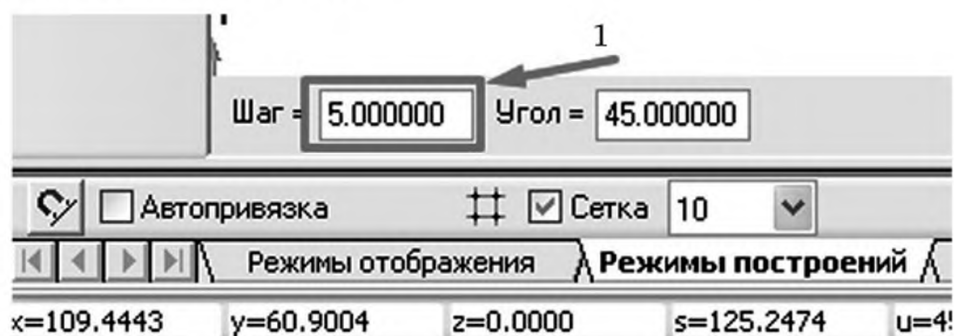
### 5.1. Построение отрезков

Группа команд **Отрезок** позволяет выполнить отрезки с текущим типом линий в различных условиях построений — **Отрезок**, **Линия под углом**, **Линия касательная к двум элементам** и **Линия по двум точкам**.

Для построения технического рисунка в соответствующих пропорциях при построении отрезков необходимо выполнять точные перемещения курсора на заданные расстояния. Это можно выполнить двумя способами — позиционированием с клавиатуры и заданием координат.

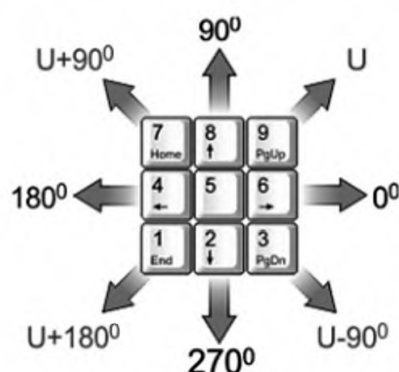
**Точные перемещения курсора позиционированием с клавиатуры с заданным шагом** по осям координат X и Y осуществляются

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**.



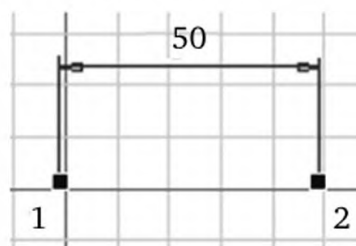
Перемещать курсор с установленным ранее шагом можно, используя цифровую клавиатуру. Клавиши **2, 4, 6, 8** с заданным шагом пере-

мещают курсор вдоль осей X и Y текущей системы координат, а 1, 3, 7, 9 — вдоль альтернативных направлений движения курсора.



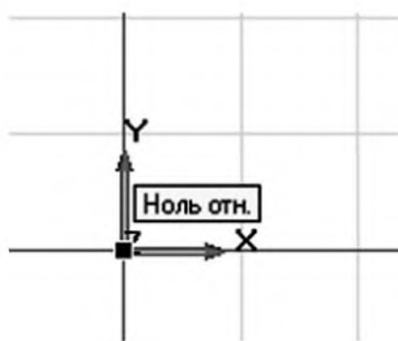
### Пример

Для точного перемещения курсора в горизонтальной плоскости на 50 мм следует курсором обозначить начало отсчета, нажать клавишу **N**, и в этом месте появится точка синего цвета вспомогательного узла (1). Далее нужно нажать клавишу **D** на клавиатуре и установить в появившемся окне **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).

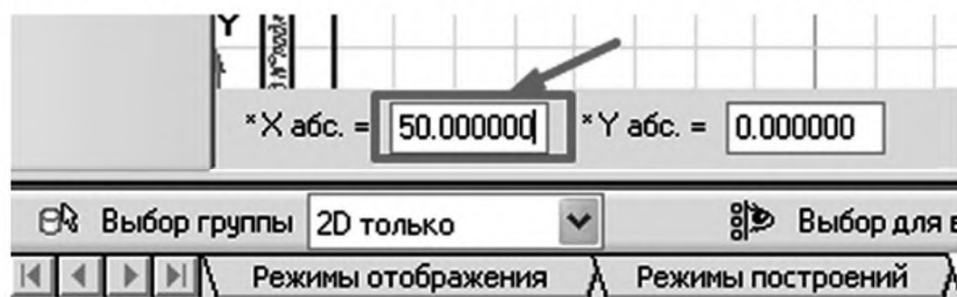


**Точные перемещения курсора заданием координат с клавиатуры** могут осуществляться либо в абсолютной системе координат, начало которой при запуске программы находится в левой нижней части экрана (зеленый квадратик со стрелками X и Y), либо в относительной системе координат, начало которой с помощью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

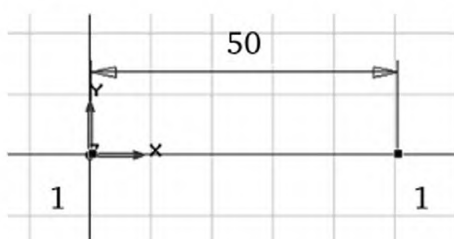
Для начала осуществления точных перемещений в относительной системе координат следует установить курсор в нужное место на поле чертежа и нажать клавишу **O** (лат.) на клавиатуре. На экране в этом месте появится изображение стрелок осей координат X и Y. Для совмещения точки отсчета с началом осей координат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



Чтобы задать фиксированное перемещение курсора в горизонтальной плоскости относительно начала координат, нужно нажать клавишу **X** на клавиатуре и в открывшемся окне 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. — 50 мм).




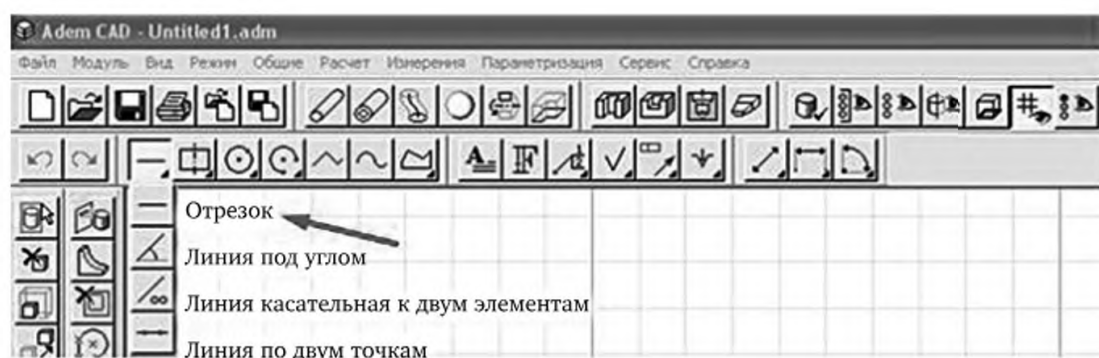
Далее нужно нажать кнопку **ОК** в правой нижней части экрана или клавишу **Enter** на клавиатуре, курсор переместится в горизонтальном направлении на введенную величину (из точки 1 в точку 2). Чтобы зафиксировать выбранное положение курсора, нужно нажать клавишу **N**, и в этом месте появится точка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



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.

Наиболее часто в построениях технических рисунков используется команда **Отрезок**. Чтобы ее реализовать, необходимо:

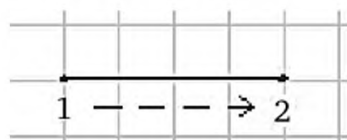
1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Отрезок**  на горизонтальной панели инструментов **2D Объекты** в верхней части экрана.



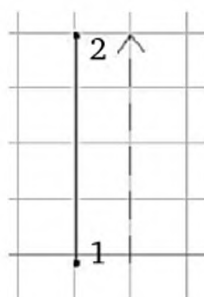
2. Нажать левую кнопку мыши, и удерживая ее, из открывающейся панели инструментов выбрать команду **Отрезок**

3. Отпустить левую кнопки мыши, включить эту команду.

4. Указать курсором и щелчками левой кнопки мыши начальную (1) и конечную (2) точки отрезка. На рабочем поле появится изображение отрезка черного цвета, в данном случае с горизонтальным расположением (тип линии — **Основная**).



Аналогично выполняется построение отрезков с вертикальным расположением.



Чтобы получить дополнительные сведения о построениях других отрезков, смотрите раздел **ADEM CAD — Построение отрезков** в приложении к системе **Справка**.

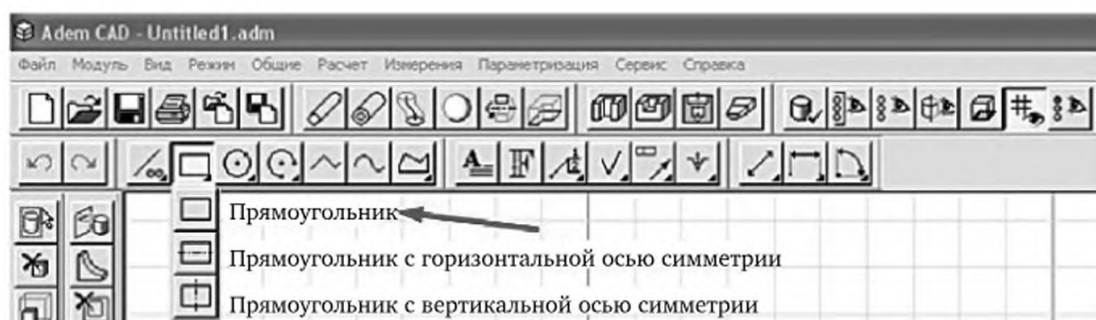
## 5.2. Построение прямоугольников


Группа команд **Прямоугольник** позволяет выполнить построение прямоугольников с текущим типом линий следующих видов — **Прямоугольник**, **Прямоугольник с горизонтальной осью симметрии**, **Прямоугольник с вертикальной осью симметрии**.

Для построения любого из этих прямоугольников необходимо:

1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Прямоугольник**

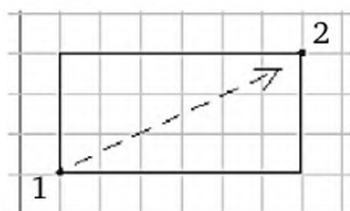




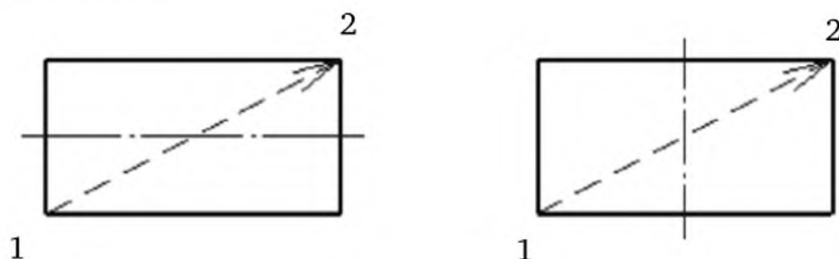
2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выбрать нужную команду из открывающейся панели инструментов по виду прямоугольника. В данном примере **Прямоугольник** .

3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

4. Указать курсором и нажатием левой кнопки мыши два противоположных угла (1 и 2) прямоугольника. На рабочем поле появится выбранное изображение прямоугольника с линиями черного цвета (тип линии — **Основная**).




Аналогичным образом выполняются построения других видов прямоугольников.

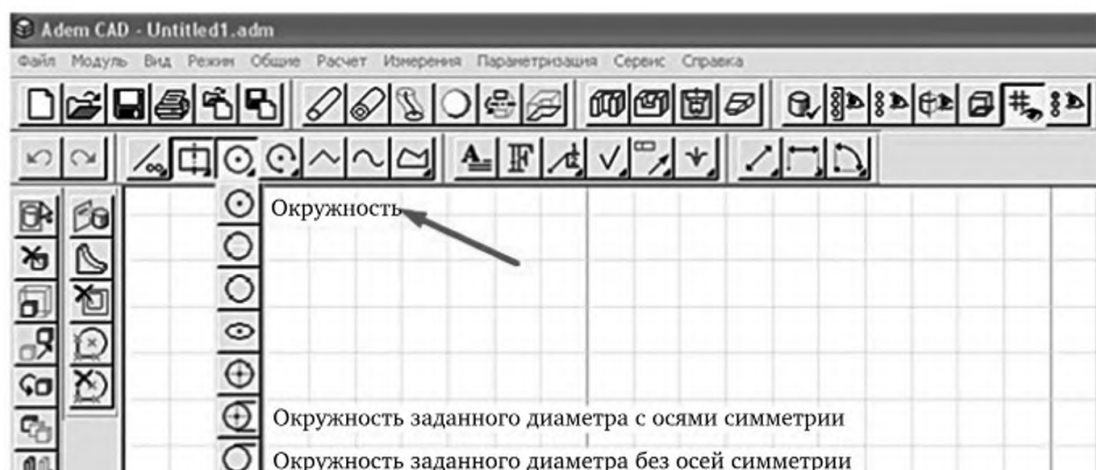



### 5.3. Построение окружностей

Группа команд **Окружность** в ADEM 9.0 позволяет выполнить построение окружностей с текущим типом линий разных видов и различными способами. В этом курсе рассмотрены команды, наиболее часто встречающиеся в проектировании, — **Окружность**, **Окружность заданного диаметра с осями симметрии**, **Окружность заданного диаметра без осей симметрии**.

Для построения Окружности по центру и узлу на окружности необходимо:

1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность** .

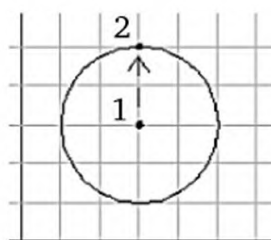


2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выбрать команду **Окружность**  из открывающейся панели инструментов.


3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.


4. Подвести курсор к месту расположения центра окружности (точка 1) и щелкнуть левой кнопкой мыши.

5. Переместить курсор от центра к расположению узла на предполагаемой окружности (точка 2) и щелкнуть левой кнопкой мыши. На рабочем поле появится изображение окружности нужного диаметра.



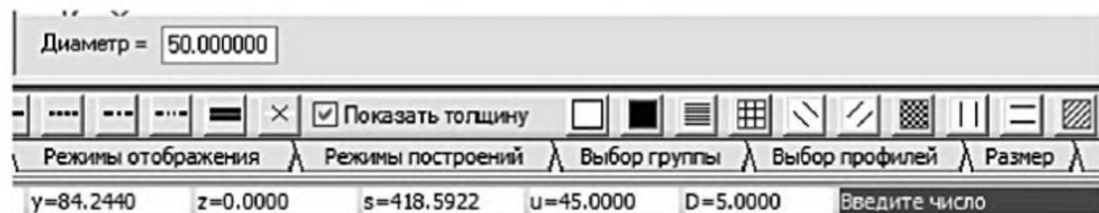
**Чтобы построить Окружность заданного диаметра без осей симметрии, необходимо:**

1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность** .

2. Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, выбрать **Окружность заданного диаметра**  из открывающейся панели инструментов.

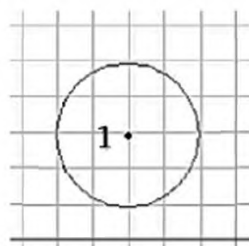
3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, ввести значение диаметра окружности с клавиатуры и нажать клавишу **ENTER**.







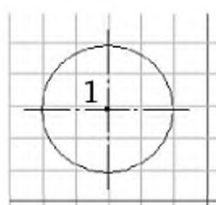
5. Указать курсором и щелчком левой кнопки центр расположения окружности (точка 1). На рабочем поле появится изображение окружности без осей симметрии заданного диаметра.



Для выхода из команды нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ENTER**.

**Чтобы построить Окружность заданного диаметра с осями симметрии, необходимо:**

1. Подвести курсор к черному треугольнику на кнопке **Окружность**  на панели инструментов **2D Элементы**.
2. Нажать левую кнопки мыши и, удерживая ее, выбрать команду **Окружность заданного диаметра с осями симметрии**  из открывающейся панели инструментов.
3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.
4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, ввести значение диаметра окружности и нажать клавишу **ENTER**.
5. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши месторасположение центра окружности (точка 1). На рабочем поле появится изображение окружности заданного диаметра с осями симметрии.





Для выхода из команды нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ENTER**.

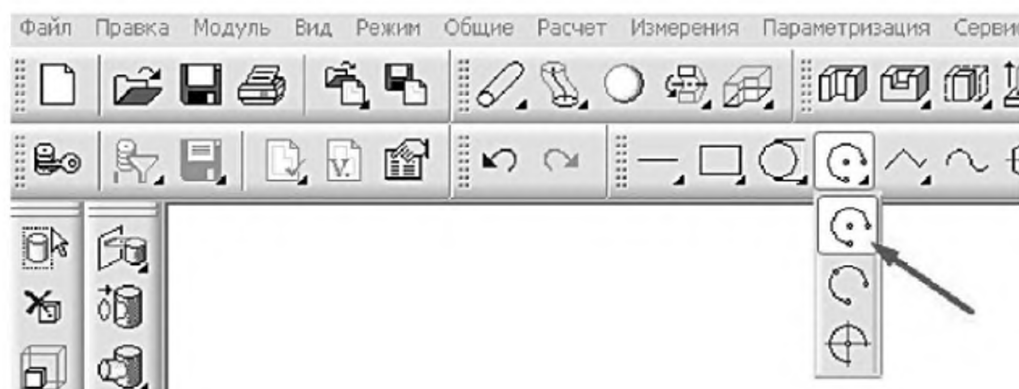
## 5.4. Построение дуг

В системе ADEM дуга может быть построена с помощью разных команд, в данном курсе изучим только команду **Дуга Центр**. Тип линий необходимо выбрать перед началом построения элемента.

**Чтобы построить дугу через центр, необходимо:**

1. Подвести курсор к кнопке **Дуга**  на панели инструментов **2D Объекты** и остановить его на черном треугольнике в правом нижнем углу этой кнопки, нажать левую кнопку мыши. Откроется

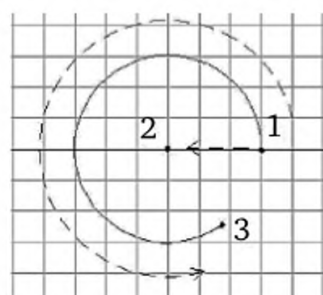
клавиатура с пиктограммами для разных типов дуг; удерживая ее, выбрать курсором команду **Дуга Центр**  и отпустить левую кнопку мыши.



2. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши начало дуги (точка 1) и указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши — ее центр (точка 2).

3. Вращением курсора указать узел (точка 3), определяющий угол раствора дуги, и нажать левую кнопку мыши.


На рабочем поле появится изображение дуги с установленными центром, диаметром и углом раствора.

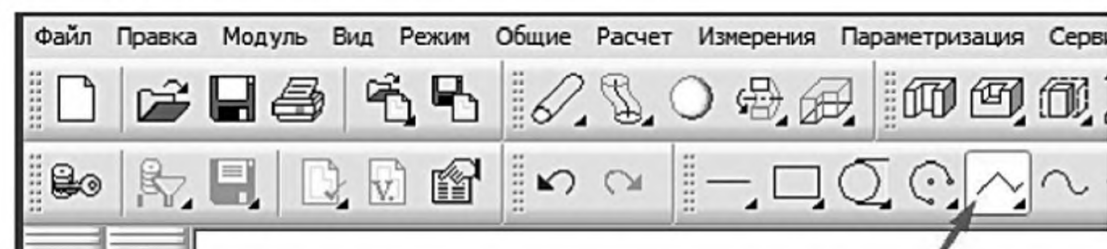


Чтобы получить дополнительные сведения о других построениях дуг, смотрите раздел **ADEM CAD — Построение дуг** в приложении **Справка**.

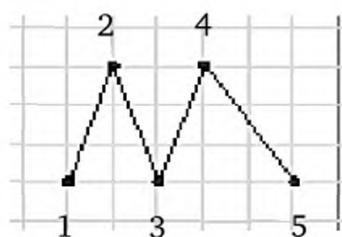
## 5.5. Построение ломаных линий

Чтобы построить ломаную линию, необходимо:

1. Подвести курсор к кнопке **Ломаная линия**  и включить эту команду щелчком левой кнопки мыши.




2. Последовательно, перемещением курсора и щелчками левой кнопки мыши, указать все узлы (1, 2, 3, 4, 5) ломаной линии.
3. После указания последней точки нажать клавишу **ESC** на клавиатуре.

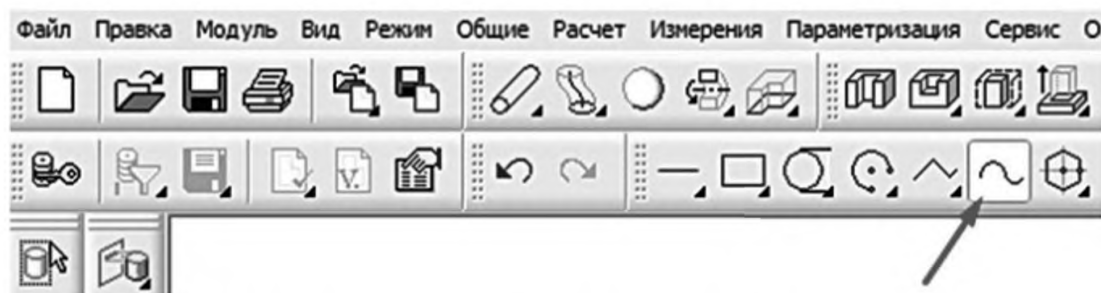


## 5.6. Построение элемента «сплайн»

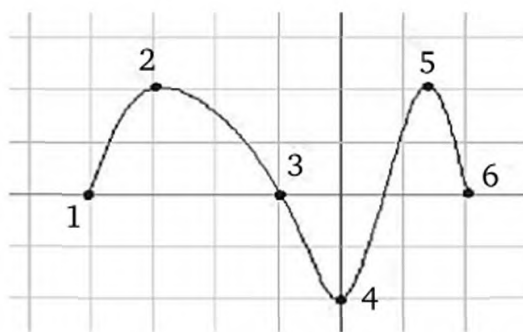
Сплайн представляет собой гладкую кривую, проходящую через заданный набор точек (узлов).

**Чтобы построить сплайн, необходимо:**

1. Подвести курсор к кнопке **Сплайн**  на панели инструментов **2D Объекты** и включить эту команду щелчком левой кнопки мыши.



2. Перемещением курсора и щелчками левой кнопки мыши последовательно выделить узлы волнистой линии (1, 2, 3, 4, 5, 6).
3. После указания последней точки нажать клавишу **ESC** на клавиатуре.




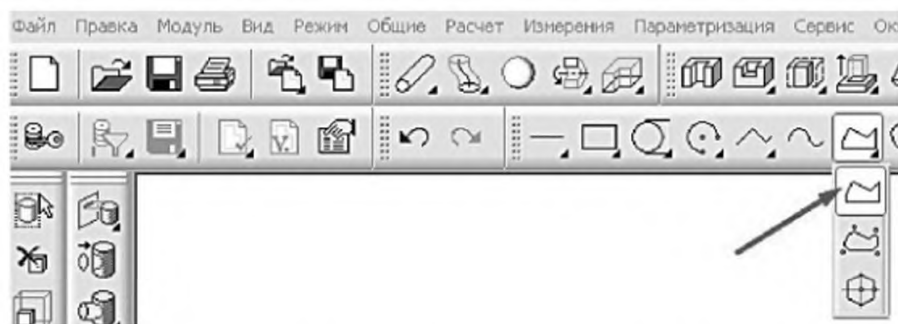
Чтобы получить дополнительные сведения о построении других сплайнов, смотрите раздел **ADEM CAD — Построение сплайнов** в приложении **Справка**.

## 5.7. Построение замкнутых контуров

В системе ADEM можно построить замкнутые контуры двух типов — замкнутый контур произвольной формы и правильный многоугольник.

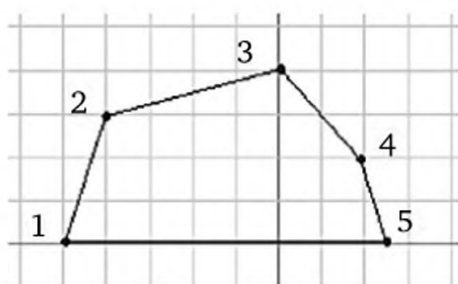
Чтобы построить замкнутый контур произвольной формы, необходимо:

1. Подвести курсор к кнопке **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты** и включить эту команду щелчком левой кнопки мыши.

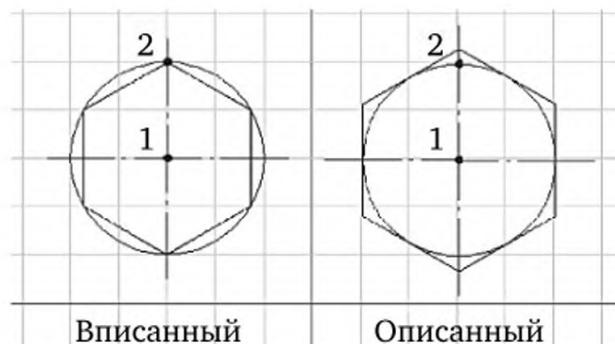



2. Перемещением курсора и щелчками левой кнопки мыши указать все узлы (1, 2, 3, 4, 5) замкнутого контура.


3. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения построения. Начальный и конечный узлы контура будут соединены прямолинейным сегментом.



При построении правильных многоугольников следует учитывать, что они могут быть вписаны в окружность заданного диаметра или описаны около нее. Поэтому перед их построением воспроизводится контур вспомогательной окружности нужного диаметра.



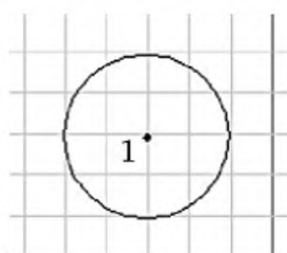
1. Для построения вспомогательной окружности подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность**  на панели инструментов **2D Элементы**.



2. Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, выбрать **Окружность заданного диаметра**  из открывающейся панели инструментов.

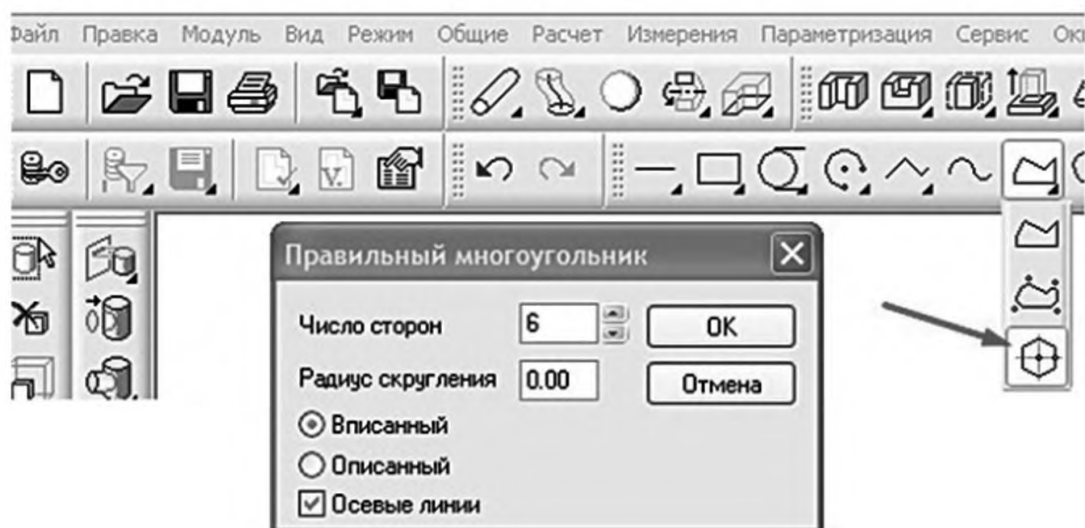
3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, ввести значение диаметра окружности с клавиатуры и нажать клавишу **ENTER**.

5. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши центр расположения окружности (точка 1). На рабочем поле появится изображение окружности без осей симметрии заданного диаметра.



6. Подвести курсор к кнопке **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты** и остановить его на черном треугольнике правом нижнем углу клавиши, нажать левую кнопку мыши. Откроется клавиатура с пиктограммами; удерживая ее, выбрать кнопку **Многоугольник с осями симметрии**  и левую кнопку мыши отпустить.



На появившемся табло задать число сторон многоугольника в поле **Число сторон** и выбрать вид построения **Вписанный** в окружность или **Описанный** и нажать кнопку **OK**.

7. Перемещением курсора и поочередным щелчком левой кнопки мыши указать центр вспомогательной окружности (1) и точ-

ку (2) на окружности, через которую должна проходить одна из осей симметрии. Будет построен вписанный или описанный многоугольник и одна из его осей симметрии будет проходить через указанные точки.

## 5.8. Виды линий и их выбор

Основными элементами любого чертежа являются линии. В зависимости от их назначения они имеют соответствующие тип и толщину. Изображения предметов на чертеже представляют собой сочетание различных типов линий. Типы линий, их назначение и толщина установлены ГОСТ 2.303-68 ЕСКД и показаны в таблице.




В ADEM CAD выбор линий производится в закладке **Типы линий** , причем, параметры начертания их уже соответствуют ГОСТ. По умолчанию плоский элемент строится с тем типом линий, который является текущим на момент его создания. Чтобы при создании тип линии изображения элемента отличался от текущего типа, необходимо установить нужные атрибуты до его построения.

Таблица 1

Типы линий, параметры начертаний и назначение


Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От 0,3S до 0,5S	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях




Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
			Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
3. Сплошная волнистая			Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая			Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая		От 0,3S до 0,5S	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрихпунктирная утолщенная		От 0,3S до 0,6S	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		От S до 1,5S	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		От 0,3S до 0,5S	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От 0,3S до 0,5S	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

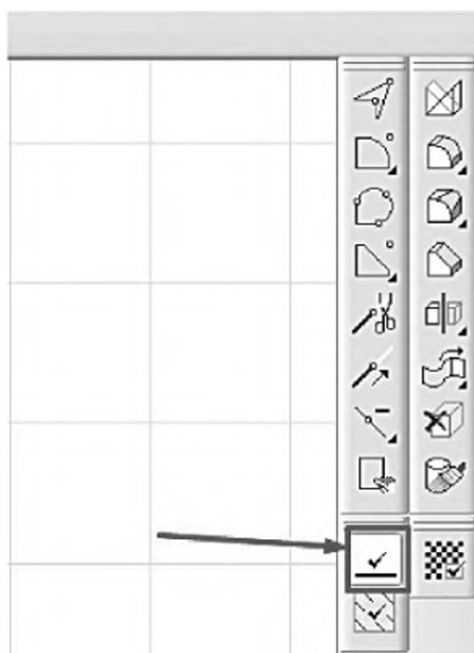
Для выбора нужного типа линий указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши в строке режимов и настроек в нижней части экрана открыть закладку **Линии и Штриховки** (1). Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выбрать нужный тип линии (2) для последующего построения.



Для изменения типа линии уже изображенного элемента используется специализированная команда **Изменение типа линий у группы элементов** , кнопка которой расположена на правой вертикальной ленте команд. Это действие выполняется в следующем порядке:

1. Выбрать новый тип линии, который необходимо присвоить элементу, на закладке **Линии и Штриховки** строки режимов и настроек (см. предыдущий абзац).


2. Нажать кнопку **Изменение типа линий у группы элементов**  на правой вертикальной панели инструментов.

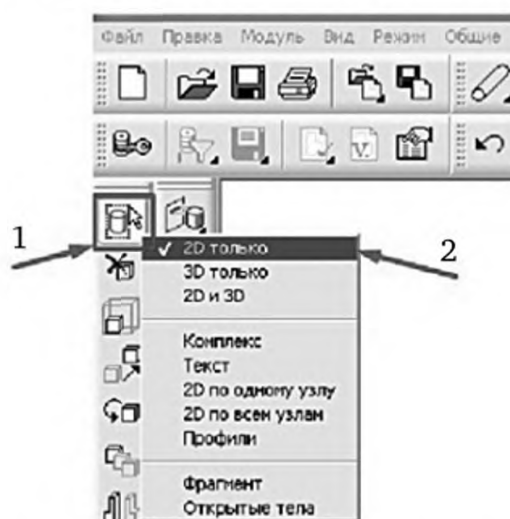



3. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать подлежащие изменению линии элемента, цвет выделенных линий изменится на красный. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки мыши или клавиши **ESC**. Тип линий элемента изменится на указанный.



## 6. Управление 2D-изображениями


Управление 2D-изображениями включает в себя удаление, масштабирование, перенос, поворот, копирование, зеркальное отражение. Кнопки для выполнения этих действий расположены вдоль вертикальной левой границы рабочего поля. Для выполнения вышеперечисленных команд необходимо выделить объект, с которым производятся действия. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, нажатием левой кнопки мыши открыть табло с видами выделений. Удерживая левую кнопку мыши, перевести курсор на нужную строку табло (в нашем случае — **2D только**), она поменяет фон на синий цвет (2), отпуская левую кнопку мыши, зафиксировать выбранное.



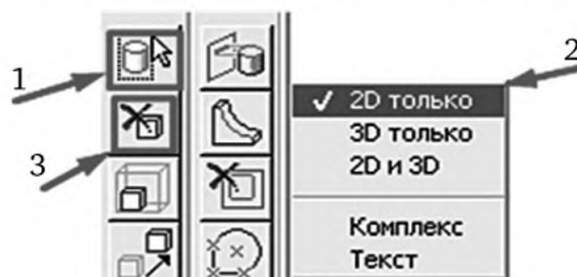
Переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет, и с ним произвести действия указанные ниже. Чтобы снять выделение, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** .

### 6.1. Удаление элементов

Команда **Удалить** позволяет удалять плоские элементы


1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только** (2), переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.


2. Нажать кнопку **Удалить**  (3) на панели инструментов **Операции с группами объектов**. Выбранные элементы будут удалены.

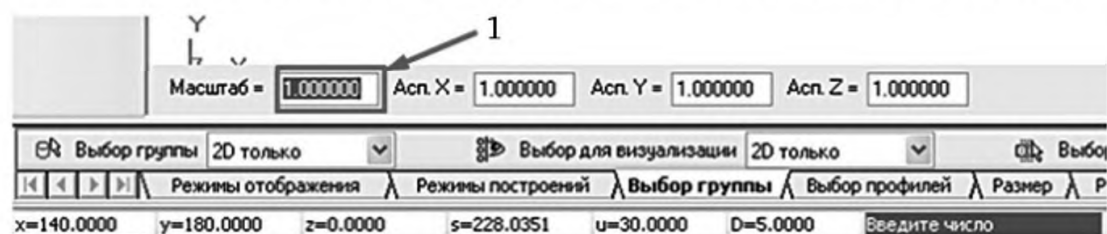


## 6.2. Масштабирование изображений

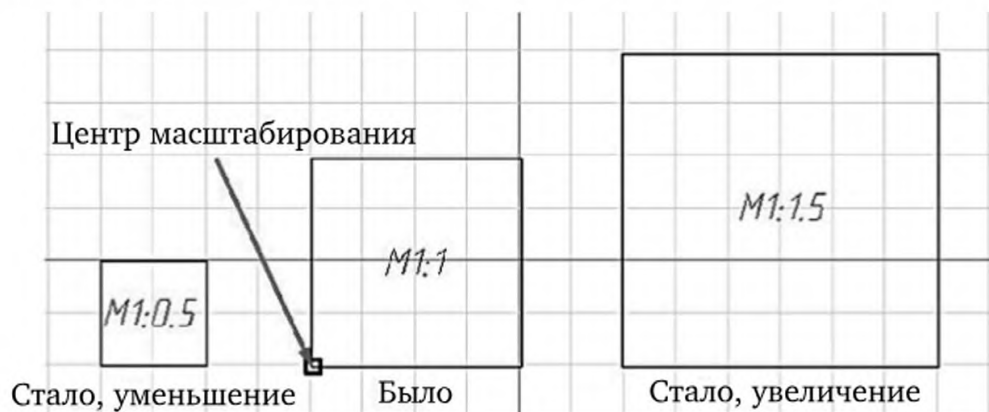
Команда **Масштабирование** позволяет уменьшать и увеличивать изображения.


1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажать кнопку **Масштабирование**  и курсором и щелчком левой кнопки мыши определить центр масштабирования на изображении. Масштабирование можно выполнить всей фигуры в целом, введя нужное значение в окно **Масштаб** (1) или отдельно по каждой из оси, вводя нужные значения в соответствующие окно.




3. На табло, слева внизу в ячейке **Масштаб**, ввести нужное число (больше 1 — увеличение изображения, меньше 1 — уменьшение изображения) и нажать кнопку **ОК**. На рисунке показано масштабирование в обоих случаях.





4. Для снятия выделения полученного изображения повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

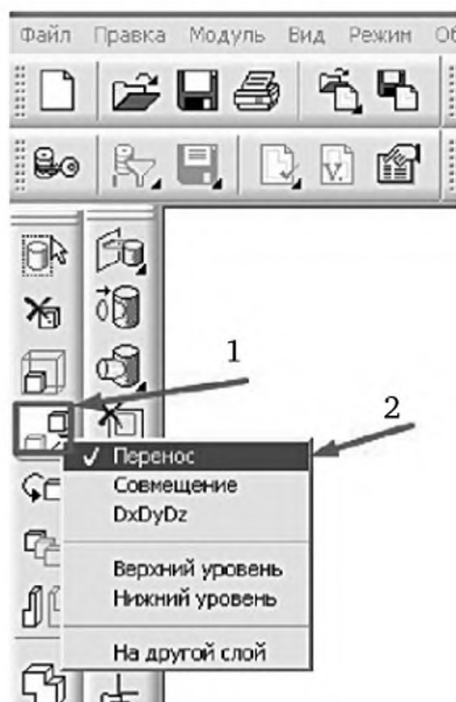
### 6.3. Перенос элементов

Команда **Перенос группы элементов** позволяет изменять положение одного или нескольких элементов, причем выполнять это действие с объектом можно в следующих режимах — перенос, совмещение и перемещение по осям координат на заданное расстояние. Выбор режима действия выполняется на появляющемся табло после нажатия на кнопку **Выбор элемента**  на панели инструментов на экране.

Для переноса группы элементов:

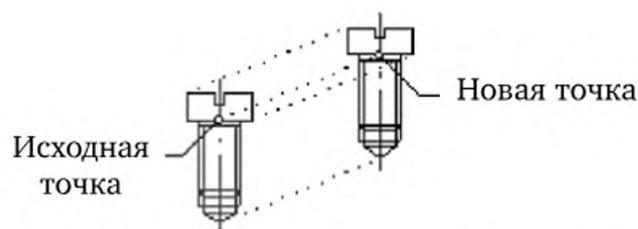
1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Перенос**  на панели **Операции с группами объектов** (1) и выбрать курсором команду **Перенос** (2) в дополнительном меню, *отпустить левую кнопку мыши*.



3. В нижней части экрана, в строке состояния, на синем фоне появится запрос **Исходная точка?**

4. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши **Исходную точку** на элементе. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Положение/ТАВ?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши новое положение элемента.



5. Для фиксации объекта в нужном положении нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши. Для снятия выделения перемещенного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента**

### Совмещение элементов

Подкоманда **Совмещение** позволяет переносить 2D-объекты с одновременным выравниванием вдоль ребер и их середине. Выполнять совмещение объектов по узлам, вершинам и точкам. Выбор вида совмещения осуществляется на табло, появляющемся после выбора режима переноса.



Для совмещения элементов:

1. Нажать кнопку **Выбор элемента** на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

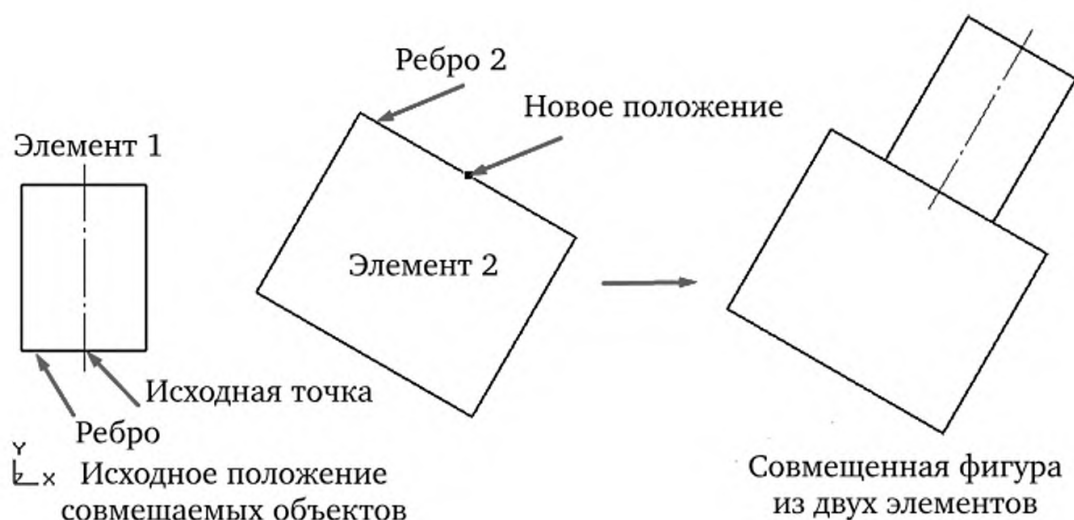
2. Нажать и удерживать кнопку **Перенос** на панели **Операции с группами объектов** (1). В появляющемся дополнительном меню курсором выбрать команду **Совмещение** (2) и отпустить левую кнопку мыши.

3. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши, что будет принято за элемент привязки: узел объекта, середина ребра, ребро и т. д. (3). В строке состояния, в нижней части экрана, на синем фоне появится запрос **Исходная точка**.

4. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши положение элемента привязки на совмещаемом объекте 1 (**Ребро** и **Исходная точка**, см. рис.). Меню выбора привязок появится вновь.

5. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши на объекте 2 элементы привязки (**Ребро 2** и **Новое положение**, см. рис.), к которым будет притягиваться совмещаемый контур или тело.

6. Указанием курсора переместить объект. Он будет автоматически совмещаться с присутствующими контурами или телами.



7. Указать положение совмещаемого объекта. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Для снятия выделения повернутого элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента**

## 6.4. Поворот элементов

Команда **Поворот** позволяет разворачивать изображения в текущей рабочей плоскости. В ADEM реализованы три метода поворота изображений. Заданием значения угла поворота (**Поворот на угол**) выбранные изображения будут развернуты в рабочей плоскости вокруг указанной точки на заданный угол. Указанием трех точек: центра поворота, точки привязки и точки, указывающей направление (**Поворот на вектор**). Разворот элемента или тела параллельно указанному ребру (**Параллельный разворот**).

Для поворота элементов на угол:

1. Нажать кнопку **Выбор элемента** на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

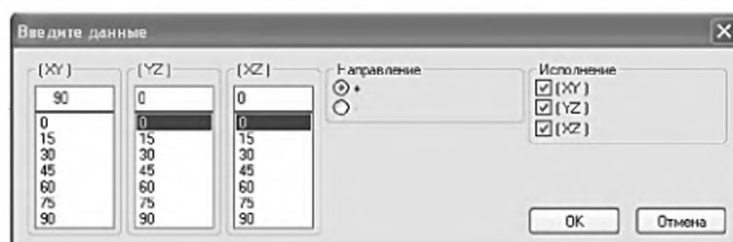
2. Нажать и удерживать кнопку **Поворот** (1) на панели **Операции с группами объектов**. В дополнительном меню курсором выбрать команду **Угол** (2) и отпустить левую кнопку мыши.



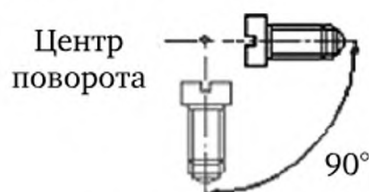
3. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Центр**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши



центр поворота изображения. На экране появится табло **Введите данные**. Установить значение угла поворота в плоскости XY (на рис. 90°). Если направление положительное, то выполняется поворот против часовой стрелки, если отрицательное — по часовой стрелке.



4. Нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре. Объект будет повернут на заданный угол относительно указанного ранее центра поворота.

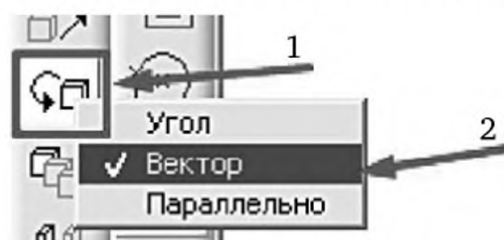


5. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или *среднюю кнопку мыши* для выхода из команды. Для снятия выделения повернутого элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

Для поворота элементов на вектор:

1. Нажать кнопку **Выбор элемента** на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Поворот** на панели **Операции с группами объектов** (1). В дополнительном меню выбрать команду **Вектор** (2) и отпустить левую кнопку мыши.



3. В строке состояния появится запрос **Центр**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши центр поворота (1).

4. В строке состояния появится запрос **Точка привязки?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши точку привязки (2). Между центром и точкой привязки возникнет вспомогательная линия.

5. В строке состояния появится запрос **Направление?** Перемещая курсор, сориентировать объект требуемым образом. Указать

курсором и щелчком левой кнопки мыши точку, определяющую направление.



6. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Для снятия выделения повернутого элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

Для получения дополнительных сведений о других видах поворота смотрите раздел **ADEM CAD — Редактирование элементов** в Приложении **Справка** к системе.

## 6.5. Копирование элементов

Команда **Копия** позволяет создавать копии плоских объектов. В ADEM реализованы несколько методов копирования, в этом курсе разбирается наиболее часто применяемый способ **Произвольное копирование**.

Для выполнения произвольного копирования созданных ранее объектов:

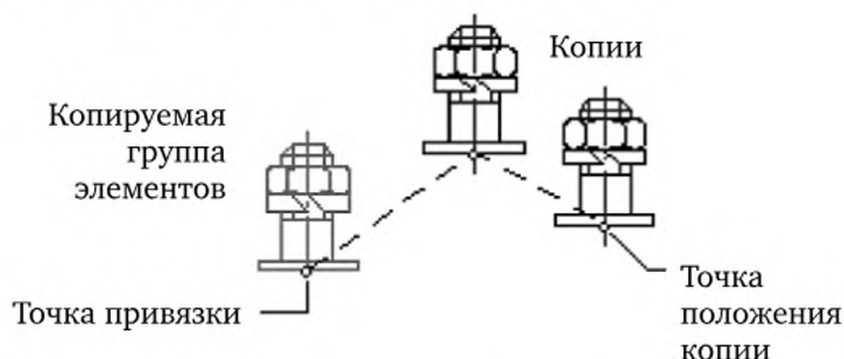
1. Нажать кнопку **Выбор элемента** на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.


2. Нажать и удерживать кнопку **Копирование группы элементов** на панели **Операции с группами объектов** (1). В дополнительном меню выбрать команду **Произвольная** (2) и отпустить левую кнопку мыши.





3. В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Исходная точка?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши исходную точку. В строке состояния появится запрос **Положение /ТАВ.** Указать курсором и зафиксировать щелчком левой кнопки мыши положение копии элемента.

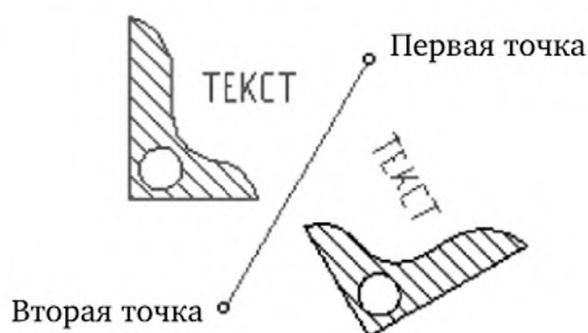


4. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Для снятия выделения повернутого элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .


Для получения дополнительных сведений о других видах копирования смотрите раздел **ADEM CAD — Редактирование элементов** в Приложении **Справка** к системе.


## 6.6. Зеркальное отражение 2D-изображений

Команда **Зеркальное отражение** позволяет зеркально отражать элементы тела относительно оси симметрии в рабочей плоскости.



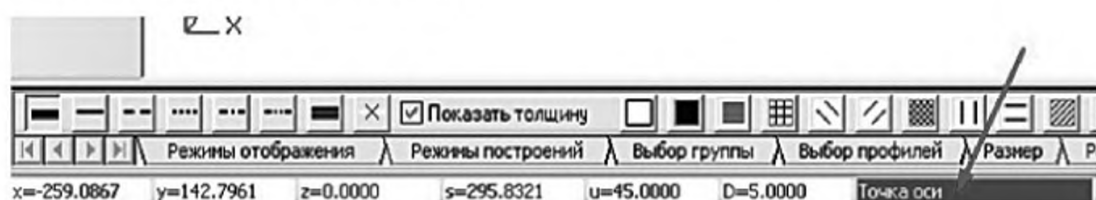
Для **зеркального отражения** относительно оси симметрии необходимо:


1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его — выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Зеркальное отражение**  (2) на панели **Операции с группами объектов**. Выбрать команду: **Произвольная** (3).



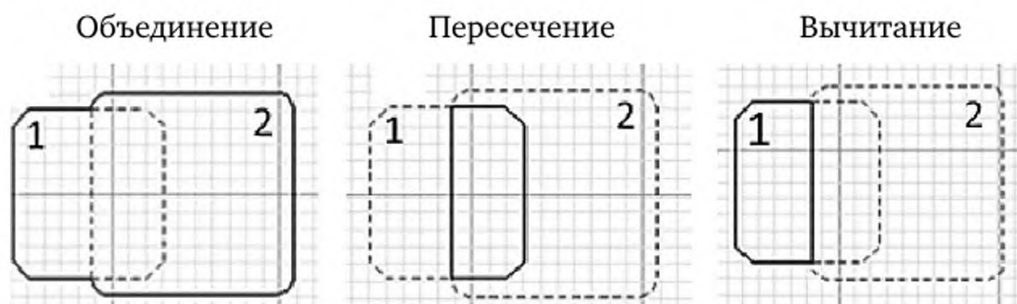
3. В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Точка оси**?




Указанием курсора и щелчками левой кнопки мыши указать две точки, задающие ось симметрии. Будет создана зеркальная копия выбранных изображений. Для снятия выделения скопированного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** . Чтобы получить дополнительные сведения о других способах отражения, смотрите раздел **ADEM CAD — Зеркальное отражение** в приложении **Справка**.

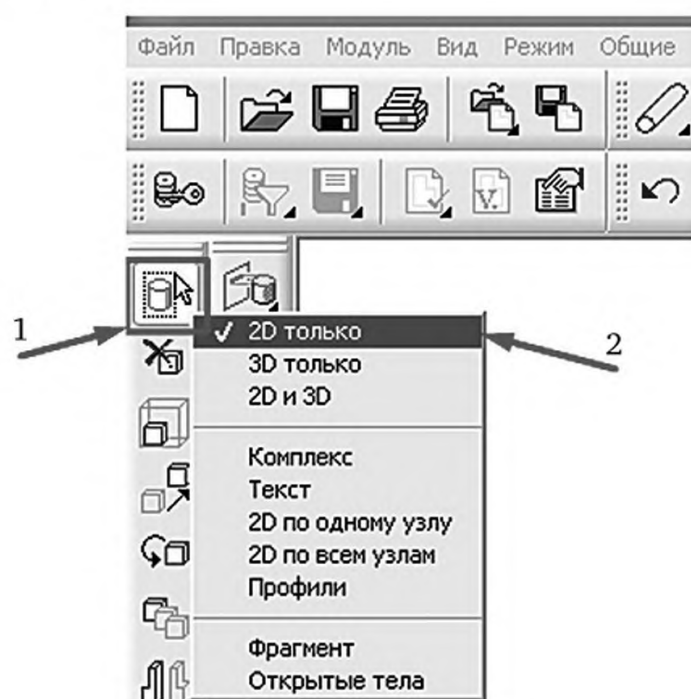
## 6.7. Булевы операции с 2D-изображениями

ADEM позволяет создавать на базе существующих геометрических объектов новые, используя булевы операции. Термин «булева операция» в математике используется для обозначения операций сравнения между множествами. В 2D аналогичные операции сравнения применяются в отношении совмещающихся или перекрывающихся изображений на рабочей плоскости. Булева операция осуществляется путем создания булева составного изображения из нескольких существующих, которые обязательно должны пересекаться в рабочей плоскости.




В ADEM реализованы следующие типы булевых операций: объединение, пересечение и вычитание. Команда **Объединение** позволяет объединить отдельные 2D-контуры в единый контур, **Пересечение** — найти их общую часть, **Вычитание** — удалить из одного элемента общую с другим элементом часть.


Для выполнения вышеперечисленных команд необходимо активировать объекты, с которым производятся действия. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, нажатием левой кнопки мыши открыть табло с видами выделений. Удерживая левую кнопку мыши, перевести курсор на нужную строку табло (в нашем случае — **2D только**), она поменяет фон на синий цвет (2); отпуская левую кнопку мыши, зафиксировать выбранное.



Команда булевой операции **Объединение** позволяет объединять несколько контуров в один.

Для объединения двух элементов необходимо один из них передвинуть в новое место, для этого:



1. Указанием курсора выбрать кнопку **Выбор элемента**  на вертикальной панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Перенос**  на панели **Операции с группами объектов**, выбрать команду **Перенос** в дополнительном меню.

3. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Исходная точка?**

4. Указать курсором щелчком левой кнопки мыши исходную точку на элементе. В строке состояния появится запрос **Положение/TAB?**

5. Указать курсором новое положение выделенного элемента для объединения.

6. Выделить объединяемые объекты с помощью команды **Выбор элемента**  и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Нажать кнопку **Объединение**  на вертикальной панели **Операции с группами объектов** слева от поля построений.



Две фигуры будут объединены в одну, как показано на рисунке 3.

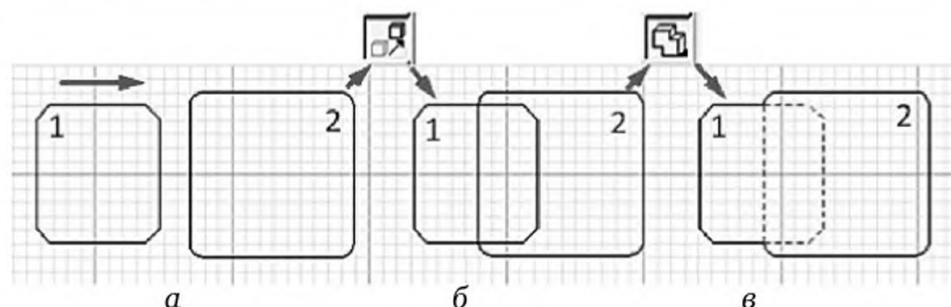




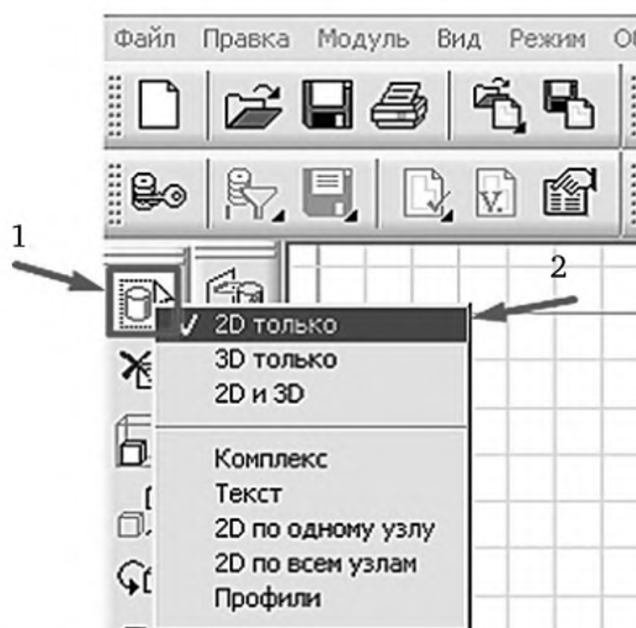
Рис. 3. Порядок выполнения операции **Объединение**:


а — фигуры до соединения; б — фигуры после переноса;  
в — общая фигура после объединения

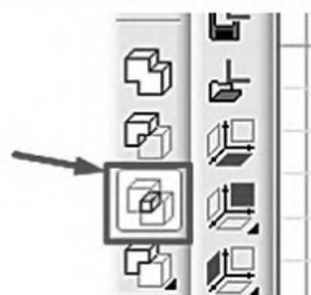
Результатом булевой операции **Пересечение** является элемент, состоящий из общей части выбранных элементов.

Для выполнения этой операции с помощью команды **Перенос**  установить элементы в нужное положение. Затем:

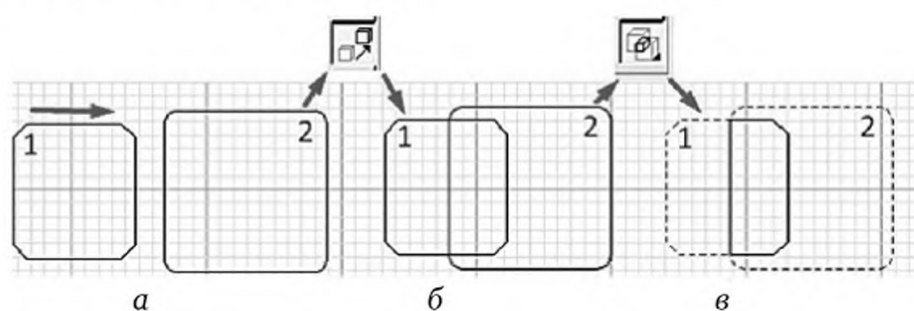
1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только** (2), переводом курсора на необходимые объекты и щелчком левой кнопки мыши выделить их, выбранные контуры окрасятся в красный цвет.



2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Пересечение** , расположенную на вертикальной панели **Операции с группами объектов** слева от поля построений.




На экране останется изображение общей части соединенных фигур, как показано на рисунке 4.




**Рис. 4. Порядок выполнения операции Пересечение:**


*а* — фигуры до соединения; *б* — фигуры после переноса;  
*в* — общая фигура после пересечения

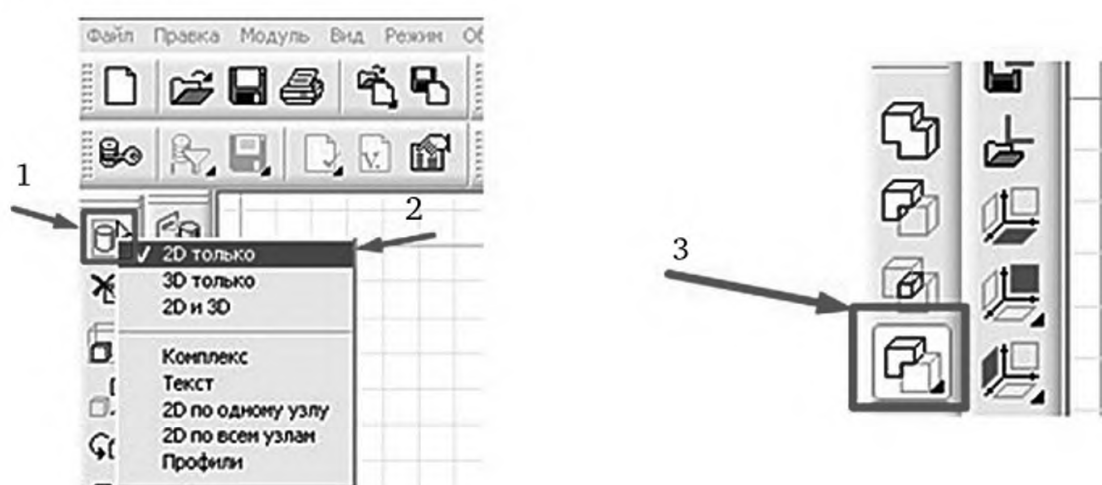
Булева операция **Вычитание** позволяет вычесть плоские контура и объемные элементы из первого выбранного элемента. Из первого указанного тела последовательно вычитаются все остальные выбранные тела.

Для выполнения этой операции с помощью команды **Перенос**  требуется установить элементы в нужное положение. Затем:

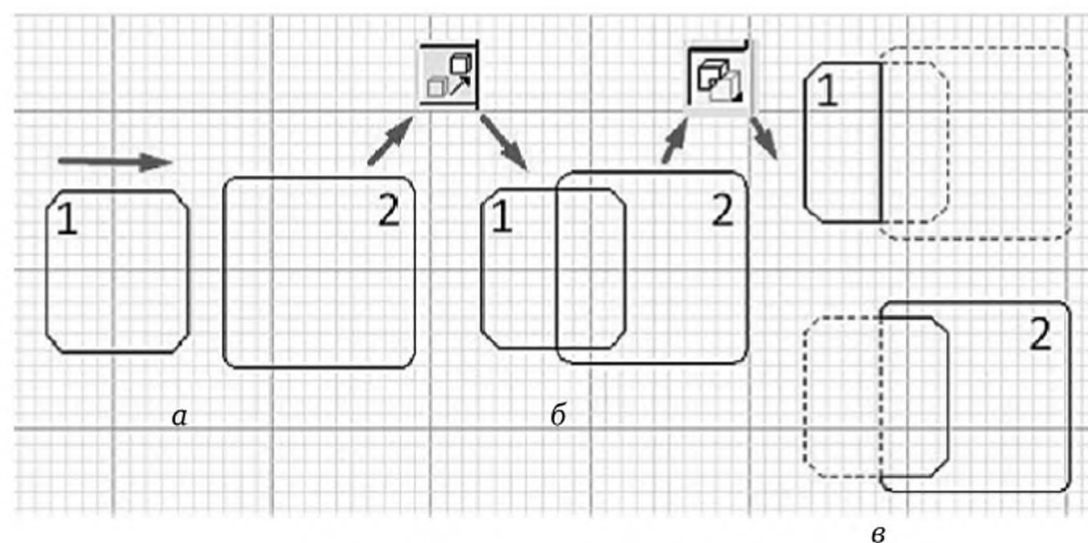
1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только** (2).

2. Переводом курсора на необходимые объекты и щелчками левой кнопки мыши выделить их, выбранные контуры окрасятся в красный цвет. Первым выделяется объект, из которого выполняется вычитание, затем выделяется элемент, который вычитается.

3. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Вычитание**  (3) на вертикальной панели слева от поля построений.



На экране появится изображение одной из фигур, как показано на рисунке 5.




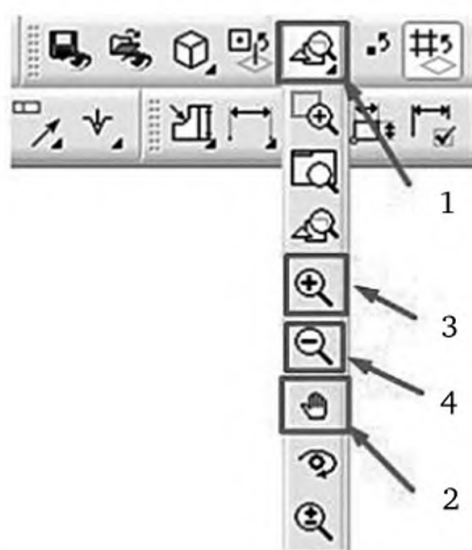
**Рис. 5. Порядок выполнения операции Вычитание:**  
 а — фигуры до соединения; б — фигуры после переноса;  
 в — общие фигуры после вычитания



## 6.8. Динамическое перемещение изображения, приближение или отдаление изображения

Команды динамического сдвига изображения позволяют плавно смещать вид вверх, вниз, вправо или влево. Кнопка включения этой команды находится на выпадающей ленте кнопок в верхней части рабочего поля. Для выполнения динамического сдвига изображения:

1. Указанием курсора, удерживая нажатой левую кнопку мыши, на кнопку 1 из выпадающей ленты кнопок курсором выбрать кнопку **Динамическое перемещение изображения**  (2), левую кнопку мыши отпустить. Динамический сдвиг изображения включен.



2. Для выполнения этого действия с изображением указать курсором на объект и нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, сдвигать мышь в направлении смещения вида.

3. Для завершения операции нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** на клавиатуре.

Для оперативного динамического сдвига:

1. Нажмите клавишу **CTRL** на клавиатуре.
2. Удерживая клавишу **CTRL**, нажмите левую кнопку мыши и сдвигайте ее в направлении смещения вида.

Приближение (отдаление) изображения позволяет более детально рассматривать вид. Данные функции никак не влияют на объект и лишь управляют самим изображением, а реализуются различными способами, часто используемые из них:

1. Вращением колесика на мышке можно приближать или удалять то, что изображено на рабочем поле.

2. Нажатие клавиши **Q** на клавиатуре приведет к увеличению изображения в два раза в месте размещения курсора. Для выполнения этого действия необходимо перемещением мышки подвести



курсор к месту, которое должно быть увеличено, и нажать клавишу Q на клавиатуре, это место будет размещено в центре экрана и увеличено в два раза. Повторное действие приведет к увеличению полученного изображения в два раза и т. д.

3. Нажатие клавиши E на клавиатуре приведет к уменьшению изображения в два раза в месте размещения курсора. Для выполнения этого действия необходимо перемещением мышки подвести курсор к месту, которое должно быть уменьшено, и нажать клавишу E на клавиатуре, это место будет размещено в центре экрана и уменьшено в два раза. Повторное действие приведет к уменьшению полученного изображения в два раза и т. д.

4. Увеличение (3) или уменьшение (4) изображения в два раза можно реализовать нажатием соответствующих кнопок на панели инструментов в нижней части экрана.


## 7. Редактирование 2D-изображений

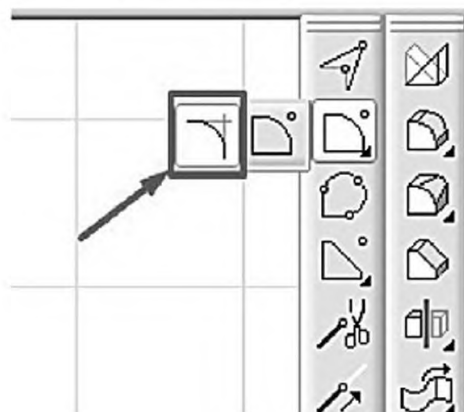
Редактирование плоских изображений включает в себя скругление углов, срезание фасок, триммирование и др.

### 7.1. Скругление углов

ADEM позволяет редактировать изображения — скруглять углы дугой, создавать фаски на углах замкнутых и незамкнутых контуров, выполнять обрезку элементов. Радиус скругления и ширину фаски можно изменять. Эти действия можно выполнять для двух видов фигур — замкнутый контур и контур, образуемый двумя отдельными ребрами.

Для построения Скругления угла, образуемого двумя элементами, необходимо выбрать вид скругления и выполнить следующие действия:

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши выбрать кнопку **Скругление угла образуемого двумя элементами**  на вертикальной панели **Редактирование 2D** справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.

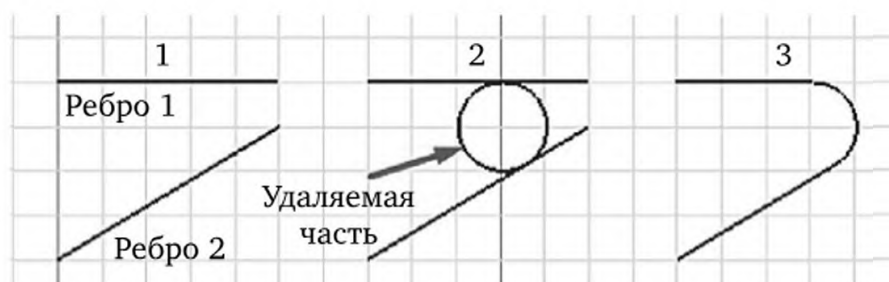


2. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Выберите Ребро**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать первое ребро (1).

3. Там же появится запрос **Ребро 2**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши второе ребро (1).


4. В появившемся в левой нижней части экрана поле **Радиус** ввести значение радиуса скругления и нажать кнопку **ОК**. Между ребрами появится окружность указанного радиуса (2).

5. Появится запрос **Удаляемая часть**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши часть окружности, которую необходимо удалить (2). Изображение элемента примет вид, как показано на эскизе 3.



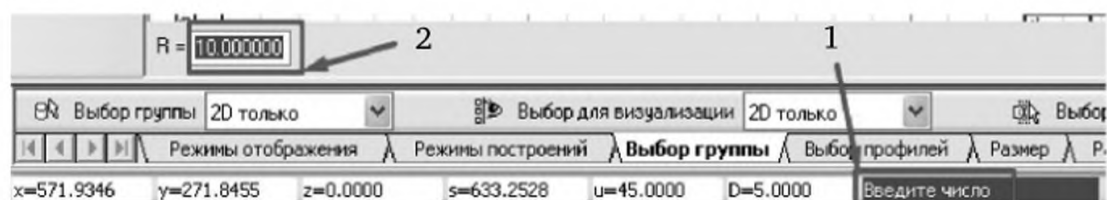
6. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

Для построения **Скругления замкнутого контура** необходимо выполнить следующие действия:

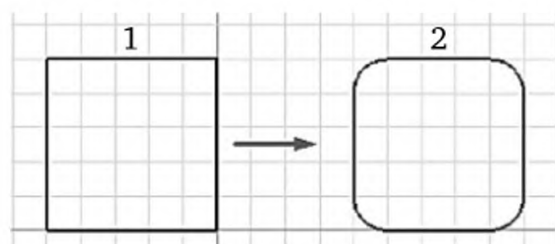
1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши выбрать кнопку **Скругление замкнутого контура**  на вертикальной панели **Редактирование 2D** справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.



2. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (1). В появившемся в левой нижней части экрана поле **R =** ввести с клавиатуры значение радиуса скругления (2) и нажать кнопку **OK** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре.




3. Поочередно подводить курсор к каждому углу контура (1), которые необходимо скруглить и щелкать левой кнопкой мыши. Изображение примет вид 2 (см. рис.).



4. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

## 7.2. Срезание фасок

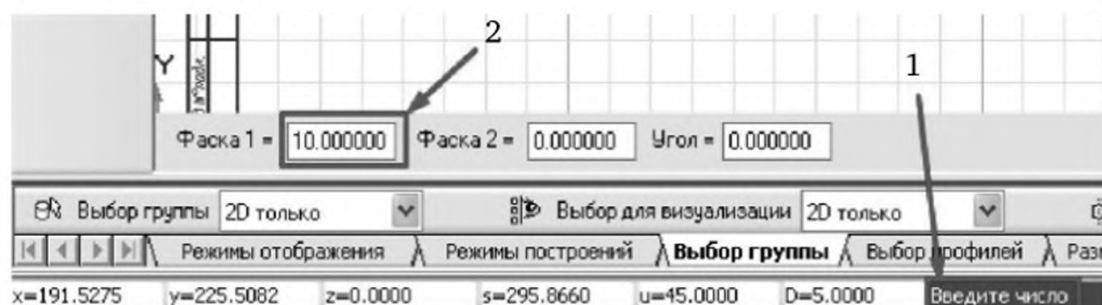
Для построения **Фаски незамкнутого контура** необходимо выполнить следующие действия:

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши выбрать кнопку **Фаски незамкнутого контура**  на вертикальной панели **Редактирование 2D** справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.

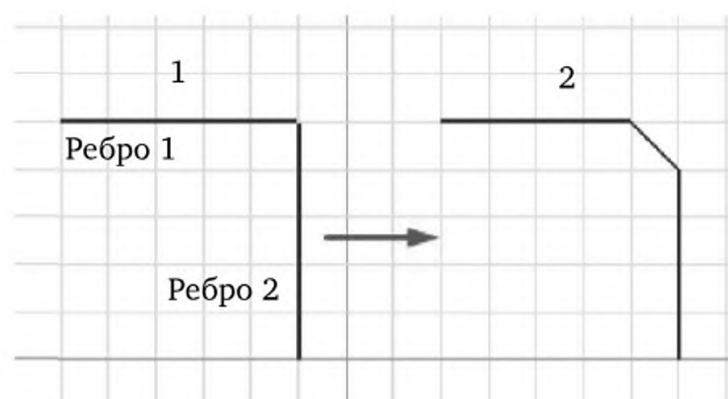


2. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Выберите Ребро**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать первое ребро (1).

3. Там же появится запрос **Ребро 2**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши второе ребро (1). При необходимости заполнить остальные окна.




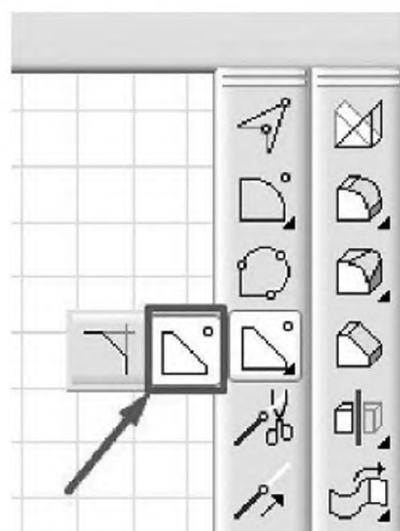
4. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **OK** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре. Изображение примет вид, как позиция 2 на рисунке.



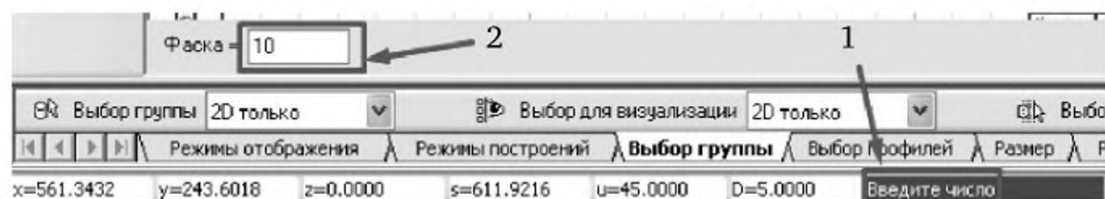
5. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

Для построения **Фаски замкнутого контура** необходимо выполнить следующие действия:

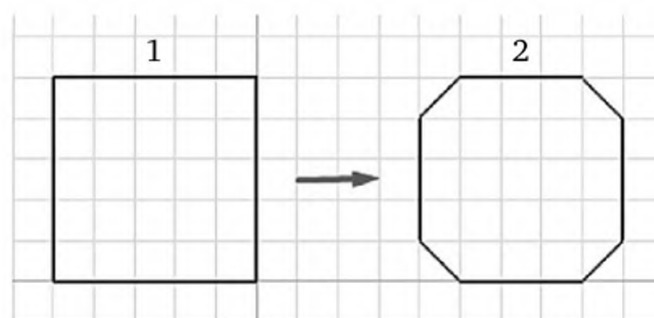
1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши выбрать кнопку **Фаска**  на панели **Редактирование 2D** на вертикальной панели **Редактирование 2D** справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.



2. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (1), в появившемся окне **Фаска** ввести с клавиатуры численное значение фаски и нажать кнопку **OK** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре.




3. Поочередно подводить курсор к углу контура (1), на котором необходимо выполнить фаску, и щелкать левой кнопкой мыши. Контур примет вид, как позиция 2 на рисунке.

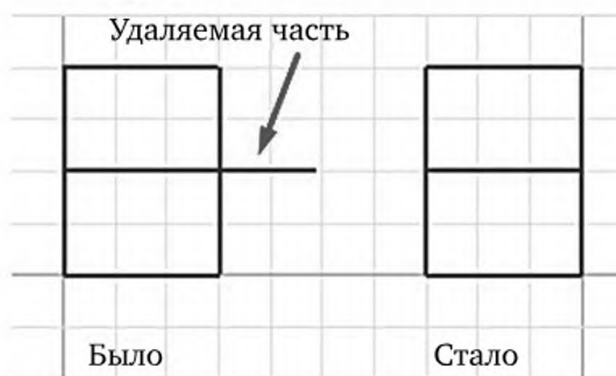


4. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

### 7.3. Триммирование

Команда **Обрезка элементом** позволяет отрезать части элемента в точках пересечения с другими элементами. При помощи **Обрезки элементом** можно удалить край (конец) элемента до пресечения с граничными элементами. **Чтобы обрезать один элемент другими, необходимо:**

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши выбрать кнопку **Триммирование**  (1) на панели инструментов **Редактирование 2D** и, удерживая левую кнопку мыши, выбрать курсором из выпадающего меню команду **Обрезка элементами** (2), отпустить левую кнопку мыши.



2. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши обрезаемый элемент в той части, которая будет удалена.

3. Указать следующий элемент или нажмите **ESC** для выхода из команды.

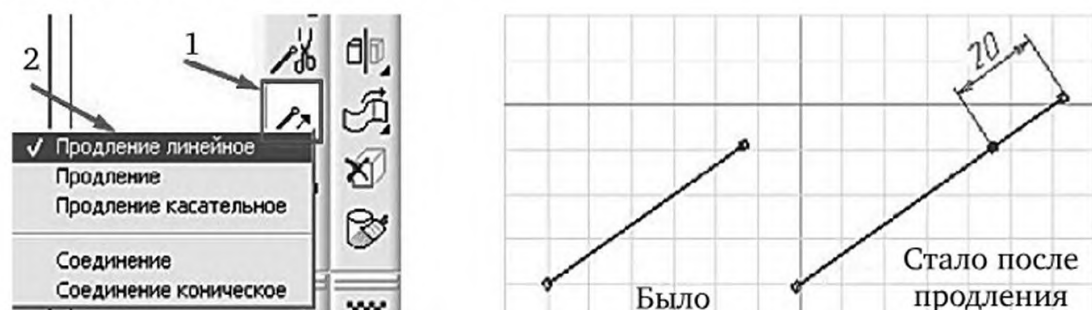
### 7.4. Продление элемента

С помощью команды **Продление** можно удлинить указанный конец элемента до пересечения с другим элементом. Продление мо-

жет быть линейным и нелинейным. Можно также продлить элемент до точки касания с другим элементом. Возможно также построение элемента, соединяющего два других элемента.

Для линейного продления элемента:

1. Нажать и удерживать кнопку **Продление** (1) на панели инструментов **Редактирование 2D**. В раскрывающемся меню выбрать пункт **Продление линейное** (2).
2. В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Выберите ребро**.
3. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши продляемый элемент в той его части, которую требуется продлить.
4. Указать элемент, до которого требуется осуществить продление, или ввести величину продления в поле **Дельта** =. Элемент будет продлен линейно.



5. Для завершения нажать **ESC** или среднюю кнопку мыши.

## 7.5. Штриховка области

ADEM CAD позволяет создавать **штриховку** внутри областей, ограниченных различными элементами — как исключительно основными линиями, так и различными линиями.

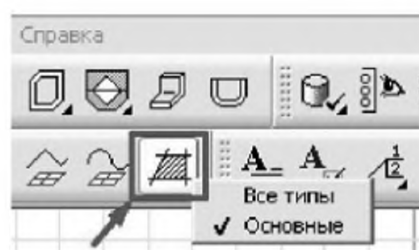
Для выполнения штриховки области необходимо:

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши открыть закладку **Линии и штриховки**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выбрать нужный тип штриховки.

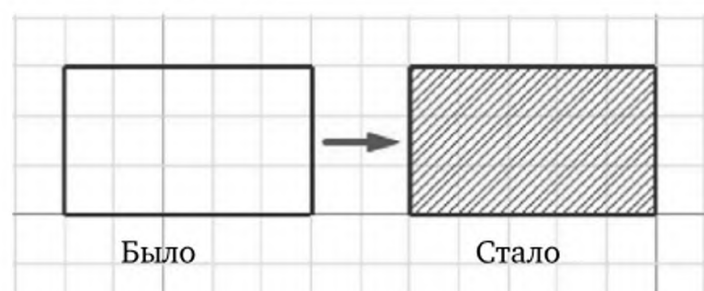



2. Нажать и удерживать кнопку **Штриховка области**. В появившемся дополнительном меню для штриховки области, ограниченной основными линиями, необходимо выбрать пункт **Основные**. Для штриховки области ограниченной различными типами линий необходимо выбрать пункт **Все типы**.






3. Указать курсором точку внутри штрихуемой области и щелкнуть левой кнопкой мыши.



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:

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

## 8. Объемное 3D-моделирование

### 8.1. Виды объемных изображений

**3D-графика** — это создание объемной модели при помощи компьютерных программ. На основе чертежей, рисунков, подробных описаний или любой другой графической или текстовой информации разработчик создает объемное изображение. Модель можно посмотреть со всех сторон (сверху, снизу, сбоку), встроить на любую плоскость и в любое окружение. Компьютерные 3D-модели в подготовке производства облегчают зрительное восприятие будущей конструкции, с помощью специальных команд позволяют получить с этих изображений чертежные виды для оформления конструкторской документации, позволяют на основе этих изображений разрабатывать управляющие программы для автоматизированного оборудования и технологическую документацию.

Компьютерные 3D-модели в процессе изучения можно как разбирать на отдельные элементы, так и собирать в единое изделие (см. рис. 6).

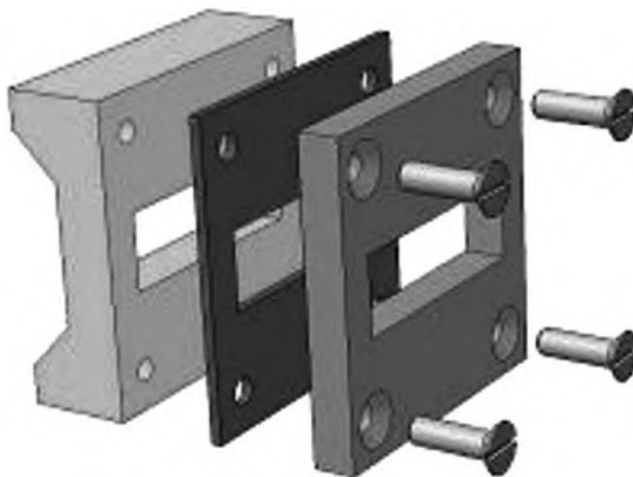


Рис. 6. Модель сборки — разборки технического объекта

Различают следующие виды объемных компьютерных 3D-моделей:  
— каркасные (описываемые набором отрезков прямых линий и кривых);

— поверхностные (описываемые набором поверхностей);

— твердотельные (описываемые набором тел);

— гибридные (описываемые сочетанием поверхностей и тел).

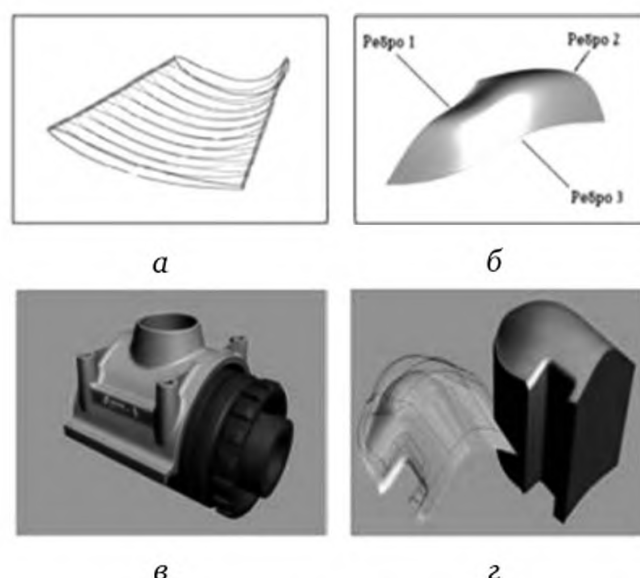


Рис. 7. Типы компьютерных объемных 3D-моделей:  
а — каркасная; б — поверхностная; в — твердотельная; г — гибридная

## 8.2. Способы создания объемных изображений (формообразующие операции)

В модуле ADEM CAD реализовано множество различных способов создания объемных тел. Большинство объемных тел создается на основе профилей, например, смещением или вращением профиля. Также при создании объемных тел могут использоваться уже созданные тела, например, при построении тела перехода между указанными гранями двух тел. При создании большинства объемных тел необходимо выбирать профили. В качестве профилей для создания объемного тела могут быть использованы плоские элементы, а также ребра и грани объемной модели.

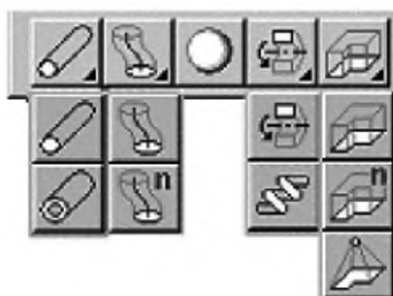
Команды создания объемных тел на основе профилей находятся на горизонтальной панели инструментов в верхней части экрана.



В ADEM возможно построение следующих объемных элементов:

- Проволока — криволинейный цилиндр, получаемый методом перемещения окружности заданного диаметра по направляющей.
- Труба — труба, получаемая методом перемещения кольца, имеющего заданный диаметр и толщину стенок, по направляющей.
- Движение — объемное тело, образованное движением профиля вдоль направляющей.

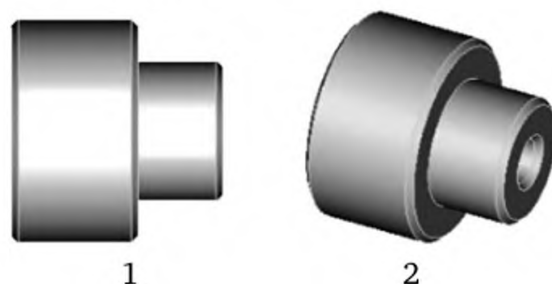
- Сфера.
- Вращение — объемное тело, образуемое вращением профиля вокруг оси.
- Спираль — спираль заданного профиля.
- Смещение — объемное тело, полученное смещением профиля по оси Z.
- Пирамида — пирамида, имеющая в качестве основания произвольный профиль.



Процесс создания большинства тел на основе профилей основан на одной и той же последовательности действий. Для создания объемного тела любого типа необходимо выполнить следующие действия:

1. Создать профиль из геометрических примитивов для последующего образования объемной модели на его основе.
2. Выбрать профиль (профили).
3. Задать параметры объемного тела (высоту, угол наклона, угол вращения и т. п.).
4. При необходимости выполнить редактирование созданного объемного тела (отверстия, фаски, скругления и т. п.).

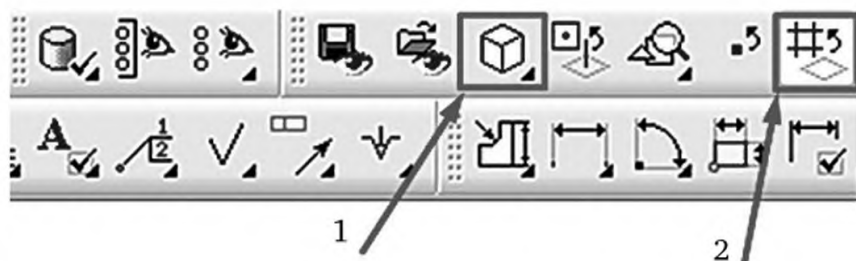
Отображение 3D-моделей на экране может быть выполняться в двух вариантах — положение параллельно плоскости экрана (1) или в изометрическом виде (2).



Перевод из одного положения в другое осуществляется кнопками **Вид на рабочую плоскость** (2) и **Изометрический вид** (1).

При переводе изображения из положения параллельном плоскости экрана в изометрический вид — указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Изометрический вид** (1).

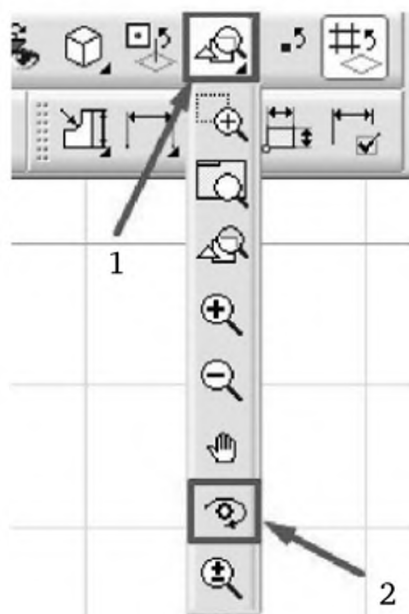
При переводе из положения изометрического вида в изображение параллельное плоскости экрана — указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Вид на рабочую плоскость** (2).



В модуле ADEM CAD реализована команда **Динамического вращения изображения**. Эта команда позволяет динамически плавно поворачивать вид в плоскости экрана относительно центра.

Для включения динамического вращения:

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши на черный треугольник кнопки 1 в открывшейся панели кнопок выбрать кнопку **Динамическое вращение** (2), левую кнопку мыши отпустить.




2. Нажать левую кнопку мыши и, удерживая ее, сдвигать курсор мышью в направлении вращения вида.


3. Для завершения операции нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** на клавиатуре.

### 8.3. Построение объемных изображений «проволока», «труба» и «сфера»

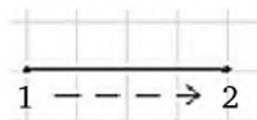
Команда **Проволока** используется для создания прямолинейных и криволинейных цилиндров. Основой для создания объемной модели в виде проволоки являются направляющие в виде, соответственно, прямолинейных или криволинейных отрезков.

1. Для построения модели в виде прямолинейного цилиндра вначале создается направляющая в виде прямолинейного отрезка,

для этого нужно подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Отрезок** .

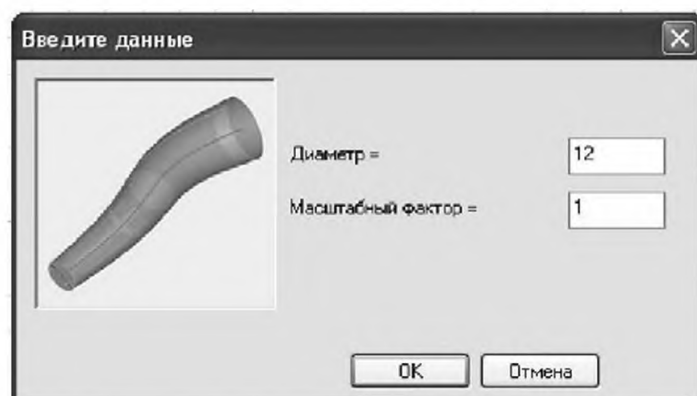
2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, из открывающейся панели инструментов выбрать команду **Отрезок** . Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

3. Указать курсором и нажатием левой кнопки мыши начальную (1) и конечную (2) точки отрезка. На рабочем поле появится изображение отрезка черного цвета (тип линии — **Основная**).

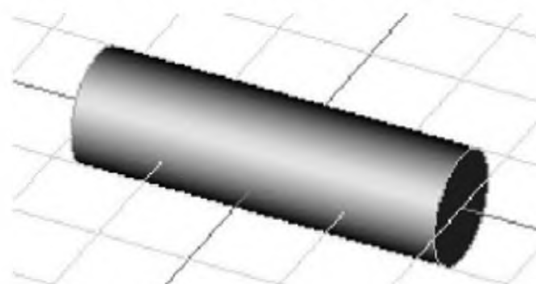


4. Нажать кнопку **Проволока** в строке состояния появится подсказка **Направляющая**.

5. 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 табло с окнами ввода параметров **Диаметр** и **Масштабный фактор**.



6. В поле **Диаметр** введите диаметр проволоки (12 мм), так как проволока должна иметь цилиндрическую форму, **Масштабный фактор** оставляем без изменений (по умолчанию он равен 1). Нажать **ОК** в правом нижнем углу. На экране на месте отрезка появится прямолинейный цилиндр диаметром 12 мм.




Команда **Труба** позволяет построить трубу заданного диаметра с заданной толщиной стенок по созданной ранее направляющей

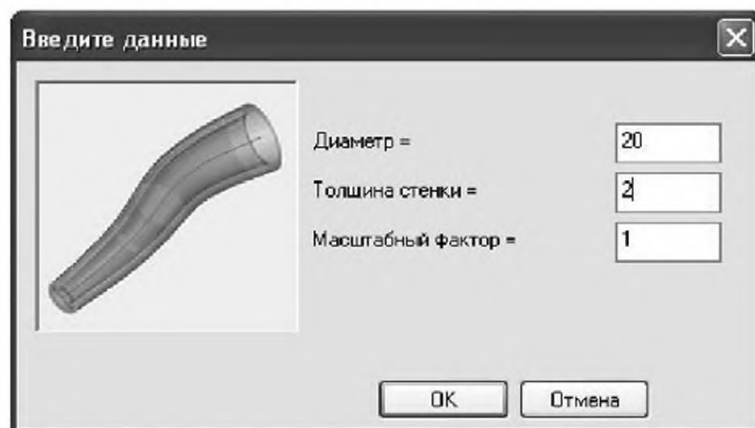


линии. Направляющей является заранее созданная прямолинейная или криволинейная линия, которая может быть замкнута или разомкнута. Если направляющий контур незамкнут, для получения конического профиля можно задать коэффициент масштабирования, определяющий отношение конечного и начального диаметров трубы. По умолчанию коэффициент масштабирования равен 1 и труба будет иметь цилиндрическую форму.



В качестве примера рассмотрим построение цилиндрического прямолинейного отрезка трубы. Вначале выполняется построение направляющей будущего объекта в виде прямолинейного отрезка, и на основе его создается труба:

1. Выполнить построение прямолинейного отрезка (направляющей) по порядку указанному на стр. 67 (п.п. 1—3).
2. Подвести курсор к кнопке **Труба**  и нажать левую кнопку мыши. В строке состояния появится подсказка **Направляющая?**
3. 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. Внизу экрана слева появится строка ввода параметров **Диаметр**, **Толщина стенки** и **Масштабный фактор**.





4. В поле **Диаметр** ввести диаметр трубы (на рис. 20 мм). В поле **Толщина стенки** ввести толщину стенки трубы (на рис. 2 мм). Так как труба должна иметь цилиндрическую форму, **Масштабный фактор** оставить без изменений (по умолчанию он равен 1), нажать **ОК**. На экране появится прямолинейный отрезок трубы диаметром 20 мм с толщиной стенки 2 мм.

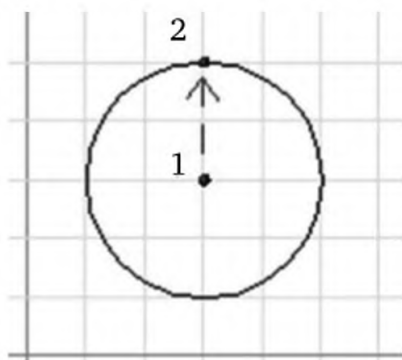


Команда **Сфера** позволяет построить сферу, используя в качестве профиля окружность или дугу. Радиус окружности или дуги определяет радиус сферы.

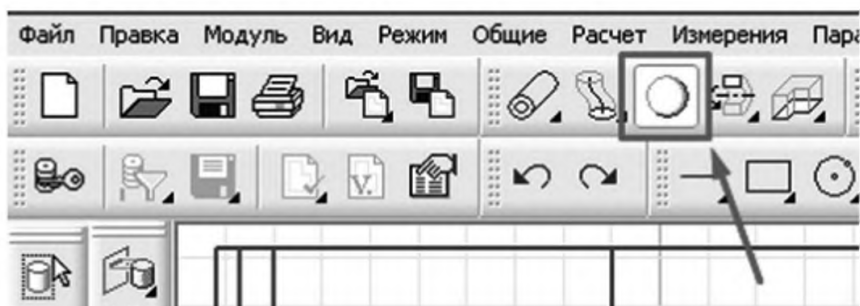
В качестве примера рассмотрим построение сферы заданного диаметра на основе окружности в следующем порядке, вначале производится построение окружности нужного диаметра, и на основе ее профиля производится построение сферы:

1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность** .
2. Нажать левую кнопки мыши и, удерживая ее, выбрать команду **Окружность**  из открывающейся панели инструментов.
3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.
4. Подвести курсор к месту расположения центра окружности (точка 1) и щелкнуть левой кнопкой мыши.
5. Переместить курсор от центра к расположению узла на предполагаемой окружности (точка 2) и щелкнуть левой кнопкой мыши.

На рабочем поле появится изображение окружности нужного диаметра.



6. Нажать кнопку **Сфера** .




7. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится подсказка **Выберите профили/ESC**. Навести курсор на профиль окружности и щелкнуть левой кнопкой мыши — линия окружности изменит черный цвет на оранжевый. Нажать среднюю клавишу мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. На рабочем поле появится объемное изображение сферы. Аналогично выполняется построение сферы с использованием в качестве профиля дуги.

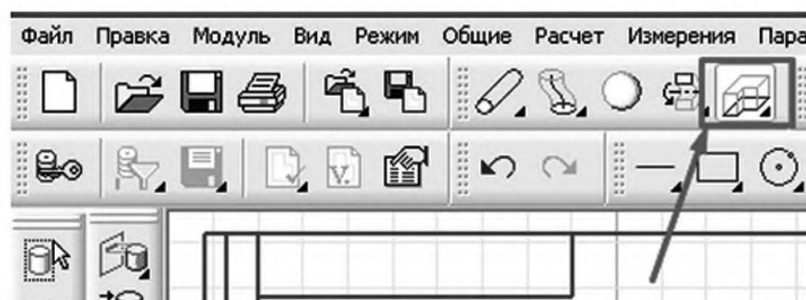
## 8.4. Построение объемных изображений методом смещения профиля

Команда **Смещение** позволяет создавать объемные тела смещением профиля в направлении оси Z текущей системы координат на заданную высоту с заданным углом наклона стенок. В качестве профиля могут быть выбраны плоские элементы. При задании положительного угла стенки наклоняются внутрь создаваемого тела, при задании отрицательного — наружу. По умолчанию угол равен 0.

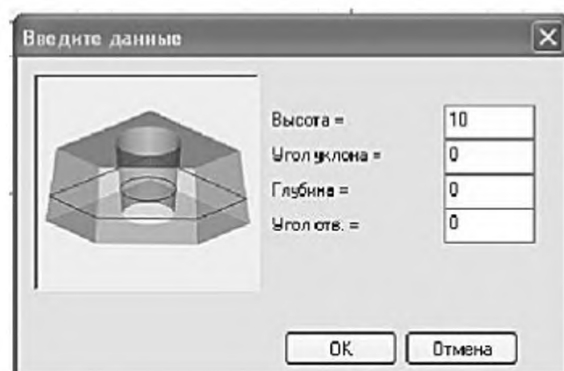


Чтобы создать тело смещением профиля:

1. Нажать кнопку **Смещение** . В строке состояния появится запрос **Выберите Профили/ESC**.



2. Указанием курсора и щелчками **левой кнопки мыши** выбрать элементы, составляющие профиль сечения. Выбранные элементы подсвечиваются оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием **средней кнопки мыши** или клавиши **ESC**. Появится окно ввода параметров.



3. В поле **Высота** задается величина смещения в положительном направлении оси Z текущей системы координат. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.

4. В поле **Глубина** задается величина смещения в отрицательном направлении оси Z текущей системы координат. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.

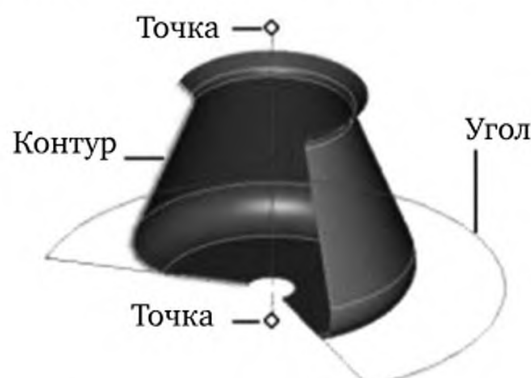
5. В поле **Угол** задается угол наклона боковых граней тела. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.

6. В поле **Угол отв.** задается угол наклона граней отверстия. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.


7. Нажать кнопку **ОК** в окне ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре. Будет построено объемное тело.

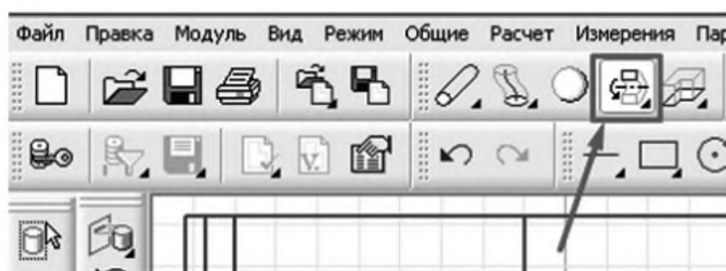
## 8.5. Построение объемных изображений методом вращения профиля

Команда **Вращение** позволяет создавать объемные тела вращением профиля вокруг заданной оси на заданный угол. Профиль может быть замкнутым или разомкнутым. При вращении незамкнутого профиля будет создана открытая оболочка.

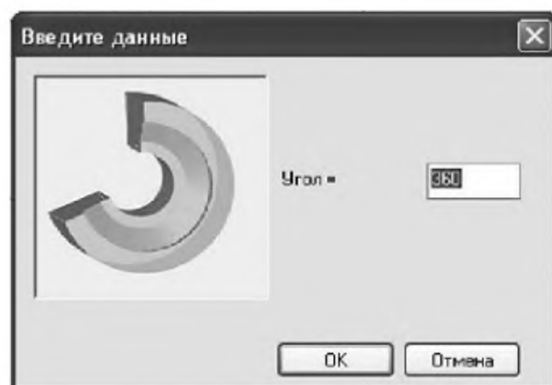


Чтобы создать тело вращением профиля:

1. 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**.



2. Указанием курсора и щелчками **левой кнопки мыши** выбрать элементы, составляющие профиль сечения. Выбранные элементы будут подсвечены **оранжевым цветом**. Подтвердить выбор нажатием **средней кнопки мыши** или клавиши **ESC**. Откроется окно ввода параметров.



3. В поле **Угол** ввести величину угла вращения. Значение может быть как **положительным**, так и **отрицательным**.

4. Нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER** на клавиатуре. В строке состояния появится запрос **Ребро/Точка/ESC**.

5. Указать курсором ребро или нажать клавишу **C** или сочетание клавиш **Alt-C** и укажите две точки, определяющие ось вращения. Будет построено объемное тело вращения.

## 8.6. Построение 3D-моделей на основе созданных тел

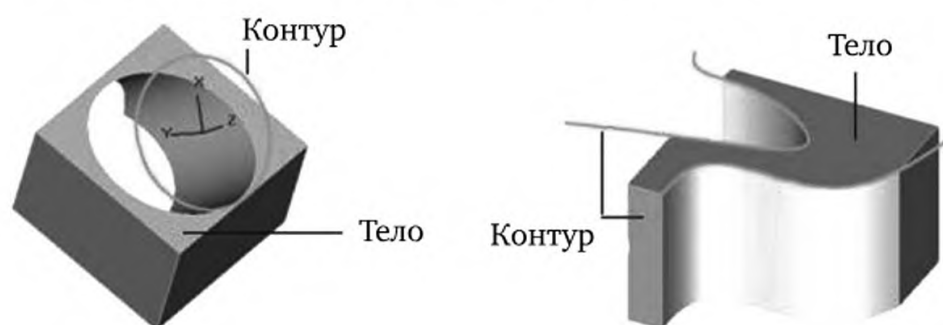
Команды создания объемных тел на базе тел, созданных ранее, расположены на горизонтальной панели инструментов, расположенной в верхней части экрана.




С помощью этих команд выполняются следующие операции — образование отверстий, добавление или удаление материала и др. В этом разделе разберем наиболее часто встречающиеся операции.



Команда **Сквозное отверстие** позволяет создавать сквозные отверстия в указанных телах методом проецирования профиля на тело по нормали к плоскости профиля. Форма отверстия определяется профилем. Команда может быть применена к нескольким телам, в этом случае отверстия будут созданы во всех выбранных телах. Профиль может быть замкнутым и незамкнутым. При выборе тела, в котором должно быть создано отверстие, необходимо курсором указать на ту часть, которая должна быть оставлена.

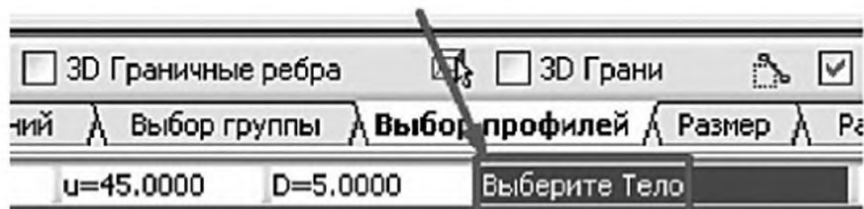



Для создания сквозного отверстия:

1. Указанием курсора на кнопку **Сквозное отверстие**  и щелчком левой кнопки мыши включить команду для создания отверстия.

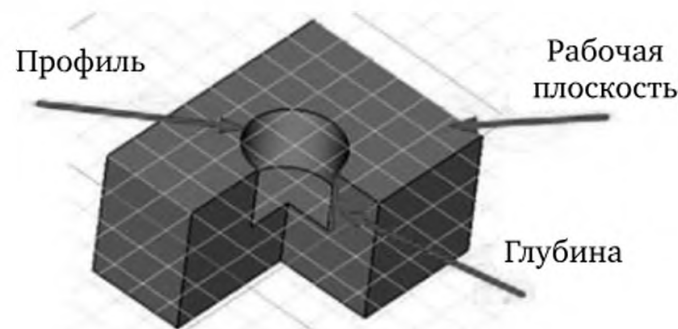


2. В строке состояния появится запрос **Выберите профиль/ESC**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши профиль или профили. Выбранные профили подсвелятся оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки мыши или клавиши **ESC**. В строке состояния появится запрос **Выберите Тело**.



Команда **Отверстие**  позволяет создавать отверстия определенной глубины (удалять материал) в указанном твердом теле. Создание отверстия осуществляется методом проецирования профиля на заданную глубину от рабочей плоскости с заданным углом стенок. Угол наклона стенок может быть положительным или отрицательным. По умолчанию угол равен  $0^\circ$ . Профиль проецируется по нормали к своей плоскости и он должен быть замкнут.





Для создания **Отверстие заданной глубины** методом проецирования профиля:

1. Указанием курсора на кнопку **Отверстие** и щелчком левой кнопки мыши включить команду для образования отверстия.

2. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите Профили/ESC**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши профиль или профили. Выбранные профили подсвелятся оранжевым цветом.

3. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки мыши или клавиши **ESC**. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Выберите тело**.

4. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши 3D-тело, в котором необходимо сделать отверстие. Появится окно **Введите данные**.



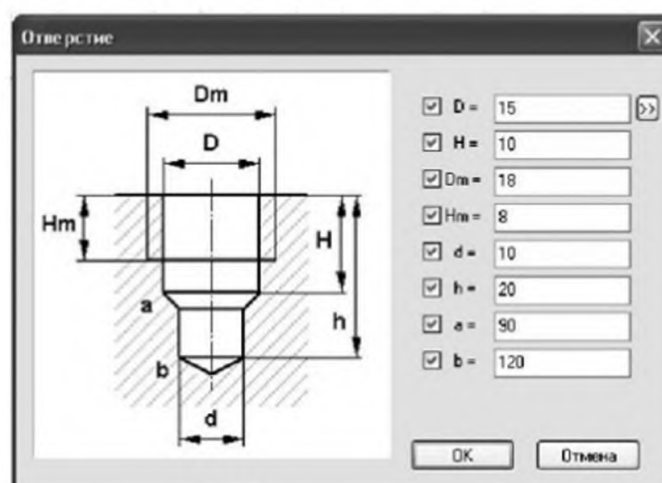
5. В поле **Глубина от контура** задать с клавиатуры глубину отверстия (1). Значение может быть как положительным, так и отрицательным.

6. В поле **Угол** задать с клавиатуры, если требуется, угол наклона боковых граней (2). Значение может быть как положительным, так и отрицательным.

7. Нажать кнопку **OK** (3) в окне ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре. В объемном теле будет построено отверстие.

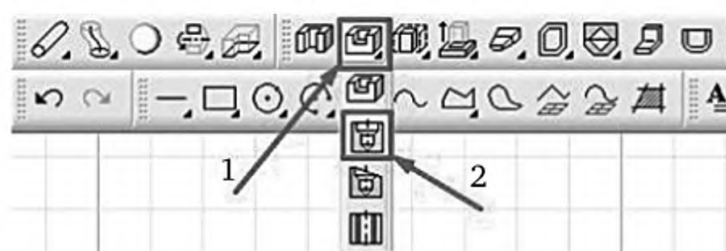
Команда **Отверстие по нормали к поверхности** позволяет создать отверстие в указанной точке по нормали к поверхности. Сложное отверстие строится с учетом заданных размеров потайной го-

ловки, угла сверла и диаметра резьбы. Если ряд параметров имеет нулевое значение, то конфигурация отверстия меняется. Если необходимо построить отверстие без учета каких-либо параметров, то достаточно убрать флажки возле ненужных величин.



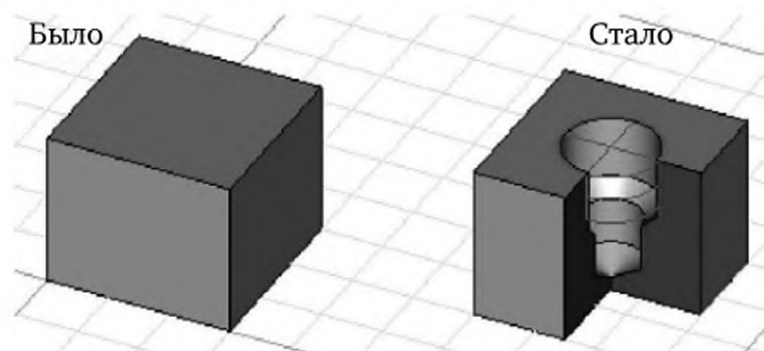
Для построения отверстия по нормали к поверхности:

1. Указать курсором на кнопку **Отверстие** (1) и нажать левую кнопку мыши на горизонтальной панели инструментов в верхней части экрана. На раскрывшейся панели выбрать кнопку **Отверстие по нормали к поверхности** (2) и отпустить левую кнопку мыши.




2. Появится диалоговое окно **Отверстие**. Ввести с клавиатуры требуемые параметры отверстия в соответствующие поля. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**. В строке состояния появится запрос **Положение на теле**.

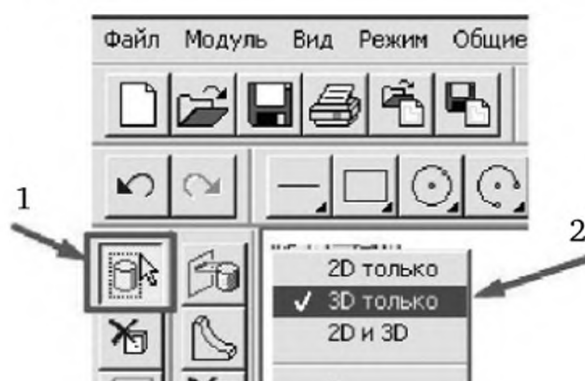
3. Указать положение отверстия на грани тела. Для точного позиционирования пользуйтесь приемами точных построений. На указанной грани тела будет создано отверстие.




## 9. Управление 3D-изображениями

Операции управления 3D-элементами включают в себя перенос, поворот, масштабирование, копирование, зеркальное отражение и удаление тел, булевы операции объединения, пересечения и вычитания. Кнопки для выполнения этих действий расположены вдоль вертикальной левой границы рабочего поля.


Для выполнения вышеперечисленных команд необходимо выделить объект, с которым производятся действия. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений. Нажатием левой кнопки мыши открыть табло с видами выделений. Удерживая левую кнопку мыши, перевести курсор на нужную строку табло (в этом случае — **3D только**) — она поменяет фон на синий цвет (2). Отпуская левую кнопку мыши, зафиксировать выбранное значение.




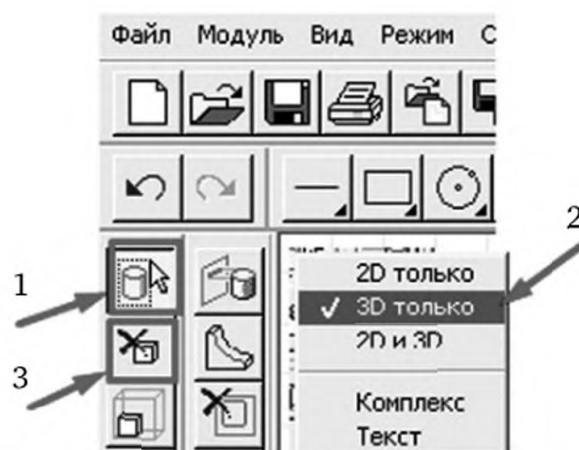
Перевести курсор на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его — выбранный контур окрасится в красный цвет, и с ним произвести действия, указанные ниже. Чтобы снять выделение, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** .

### 9.1. Удаление элементов

Команда **Удалить** позволяет удалять объемные элементы.


1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши включить команду **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **3D только** (2) и отпустить левую кнопку мыши. Перевести курсор на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его — выбранный объект окрасится в красный цвет.


2. Нажать кнопку **Удалить**  (3). Выбранные элементы будут удалены.

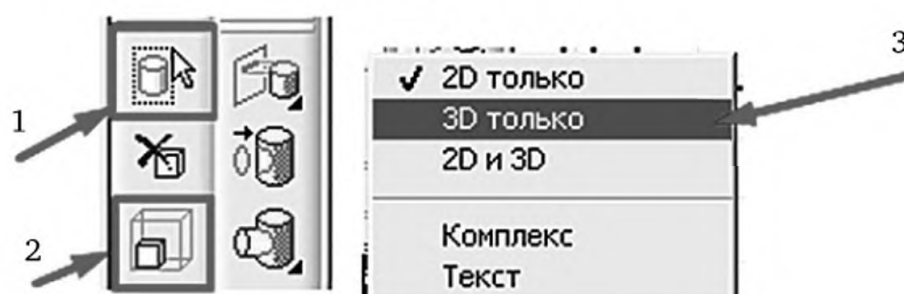


## 9.2. Масштабирование объемных изображений

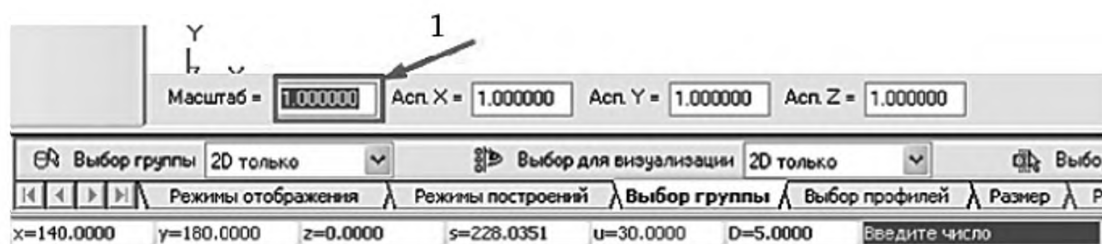
Команда **Масштабирование** позволяет уменьшать и увеличивать изображения.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши включить команду **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** (3) и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.

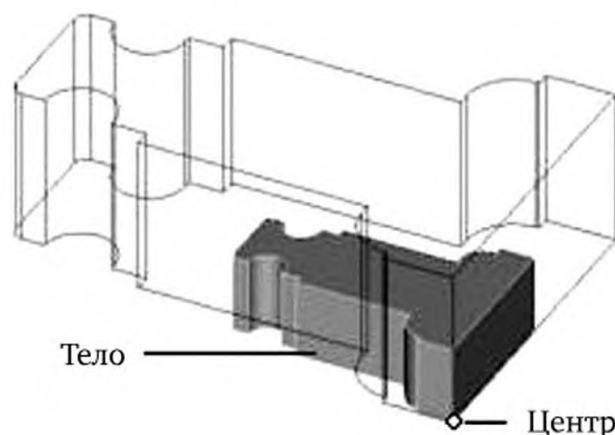
2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши включить команду **Масштабирование**  (2).




В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Центр**. Курсором и щелчком левой кнопки мыши определить центр масштабирования на изображении. В нижней части экрана появятся окна для ввода численных значений масштабирования, а в строке состояния на синем фоне появится запрос **Введите число**. Масштабирование можно выполнить всей фигуры в целом, введя нужное значение в окно **Масштаб** (1) или отдельно по каждой из оси, вводя нужные значения в соответствующее окно.



3. На табло, в ячейке **Масштаб** (1) ввести нужное число (больше 1 — увеличение изображения, меньше 1 — уменьшение изображения) и нажать кнопку **ОК**.




Изображение на экране в зависимости от выбранного масштаба примет уменьшенный или увеличенный вид (на рисунке увеличенный вид). Чтобы снять выделение, повторно нажимаем кнопку **Выбор элемента** .


4. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды.

### 9.3. Перемещение объемных изображений

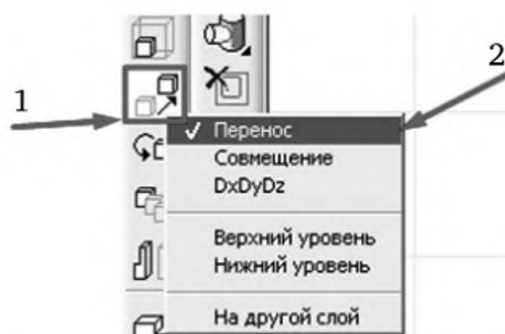
Перемещение объемных изображений в ADEM может осуществляться в нескольких режимах, к основным можно отнести перенос, совмещение, перемещение на заданное расстояние по осям X, Y и Z.

Подкоманда **Перенос** позволяет изменять положение одного или нескольких объемных тел в пространстве.

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построения, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.

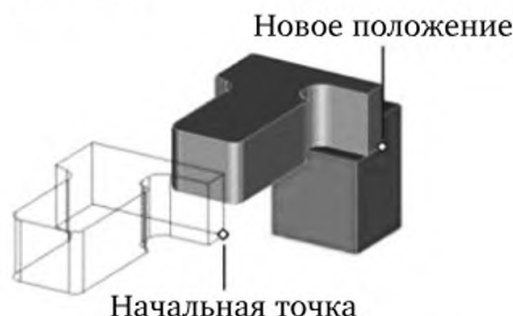
2. Для переноса элементов нажать и удерживать кнопку **Перенос**  (1), выбрать команду **Перенос** (2) в дополнительном меню и отпустить левую кнопку мыши.







Внизу экрана на синем фоне появится запрос **Исходная точка?**


3. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши исходную точку на элементе. Внизу экрана на синем фоне появится запрос **Положение /ТАВ?** Переместить курсором на новое положение выделенный элемент и щелчком левой кнопки мыши зафиксировать новое положение объекта.

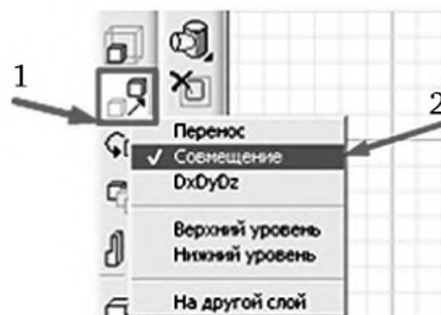


4. Чтобы снять выделение объекта, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** . Для выхода из команды нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши. Подкоманда **Совмещение** позволяет переносить объекты с одновременным выравниванием вдоль ребер либо граней.

Для совмещения элементов:

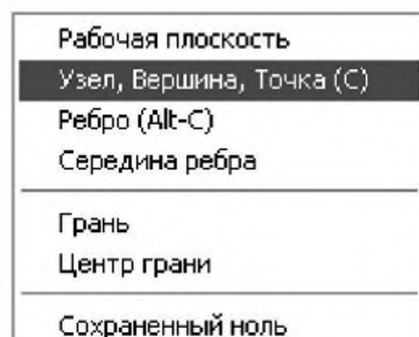
1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построения, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Перенос**  (1), в дополнительном меню указанием курсора выбрать команду **Совмещение** (2).





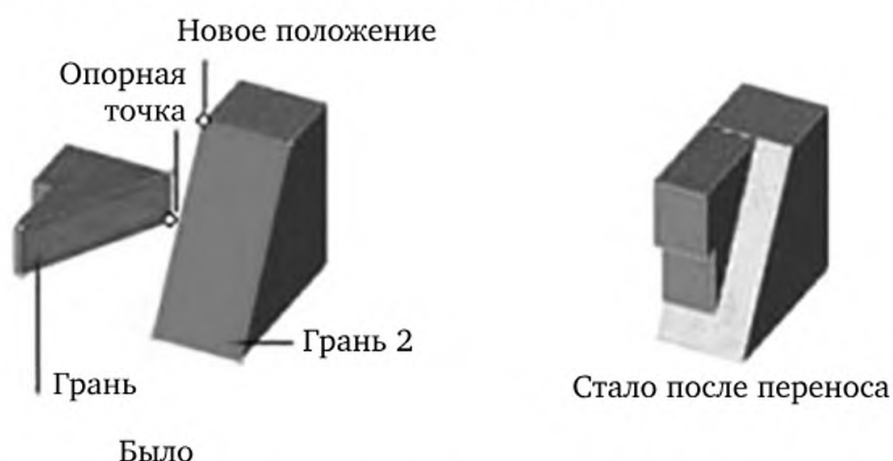
3. Появится меню выбора привязок. Указать, что будет принято за элемент привязки: узел объекта, середина ребра, ребро и т. д. В зависимости от выбранного варианта курсор будет притягиваться к узлам, серединам ребер и другим элементам выбранного ранее объекта.



4. В строке состояния появится запрос **Исходная точка**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши положение элемента привязки на совмещаемом объекте. Меню выбора привязок появится вновь.


5. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши, к каким элементам привязки тел и контуров будет притягиваться совмещаемый контур или тело. В строке состояния появится запрос **Положение/ТАВ**.

6. Переместить курсором объект. Он будет автоматически совмещаться с присутствующими контурами или телами. Указать конечное положение совмещаемого объекта и щелчком левой кнопки мыши зафиксировать его новое положение.




Команда **DxDyDz** позволяет перемещать элементы на заданное расстояние по координатам **X Y Z**.

Для переноса объекта:

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходи-


мый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Перенос**  (1) на панели **Операции с группами объектов**. В раскрывающемся списке выбрать команду **DxDyDz** (2).



3. В нижней части экрана появится строка ввода данных, а в строке состояния — запрос **Введите число**. В поле **DX** = ввести величину перемещения по оси **X**, в поле **DY** = ввести величину перемещения по оси **Y**, **DZ** = ввести величину перемещения по оси **Z**. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.



4. Объект переместится на расстояние в соответствии с введенными численными значениями. Чтобы снять выделение объекта, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** . Для выхода из команды нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши.

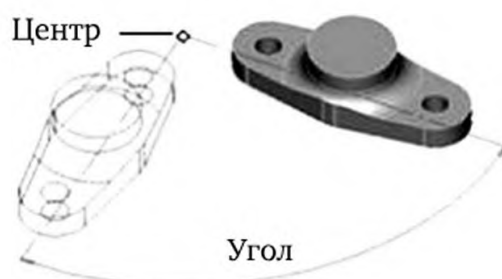
Для получения дополнительных сведений о других видах перемещения смотрите раздел **ADEM CAD — Редактирование элементов — Редактирование 2D- и 3D-элементов — Перенос и совмещение** в Приложении **Справка к системе**.


## 9.4. Поворот объемных изображений


Команда **Поворот** позволяет разворачивать объемные тела. Поворот всегда выполняется в текущей рабочей плоскости. В ADEM реализованы три метода поворота объемных тел. Заданием значения угла поворота (**Поворот на угол**) выбранные тела будут развернуты в рабочей плоскости вокруг указанной точки на заданный угол. Указанием трех точек: центра поворота, точки привязки и точки,

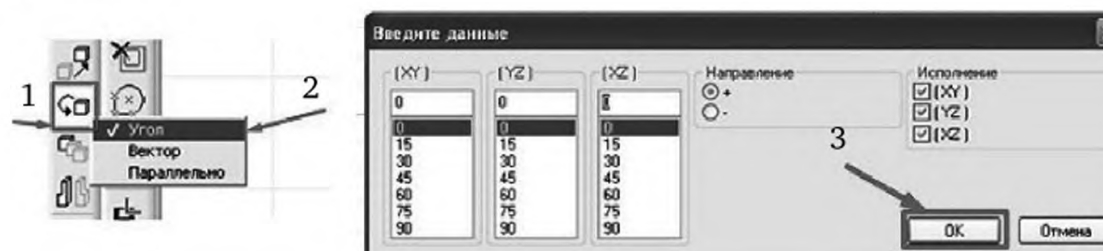
указывающей направление (**Поворот на вектор**). Углом поворота является угол между прямыми, пересекающимися в точке центра поворота и проходящими через точку привязки и точку, указывающую направление. Разворот элемента или тела параллельно указанному ребру (**Параллельный разворот**).

### Поворот на угол




1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построения, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.

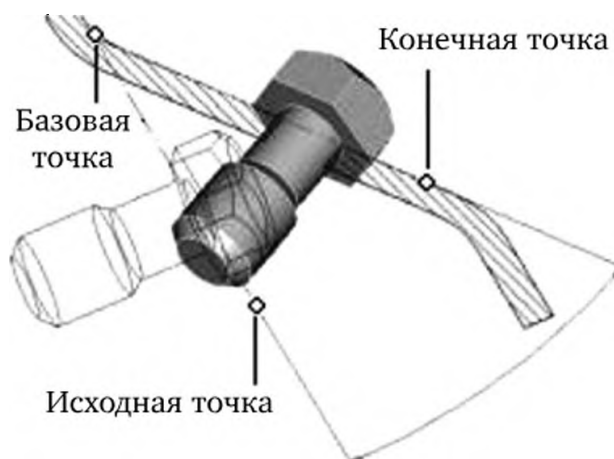
2. Для поворота элемента указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши на кнопке **Поворот**  (1) перемещением курсора выбрать команду **Угол** (2) в дополнительном меню и отпустить левую кнопку мыши. Внизу экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Центр?** Указать курсором и нажатием левой кнопки мыши центр поворота, на экране появится табло **Введите данные**.





3. Установить значение угла поворота в одной из плоскостей. Если заданное направление угла положительное — выполняется поворот против часовой стрелки, если отрицательное — по часовой стрелке. Нажать клавишу **ENTER** или кнопку **OK** (3) в на табло **Введите данные**.

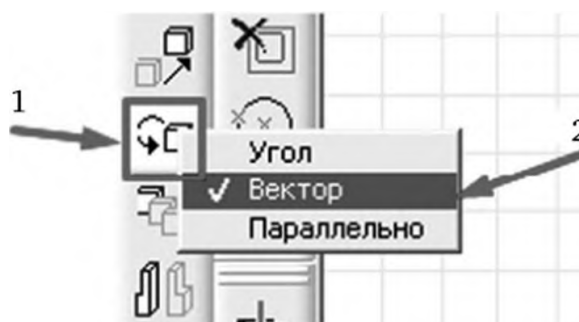
4. Объект повернется на угол в соответствии с введенными численными значениями в указанной плоскости. Чтобы снять выделение объекта, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** . Для выхода из команды нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши.

## Поворот на вектор



1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.


2. Для поворота элемента на вектор указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши на кнопке **Поворот**  (1) открыть дополнительную панель и перемещением курсора выбрать команду **Угол** (2) и отпустить левую кнопку мыши.



3. ADEM развернет вид таким образом, чтобы рабочая плоскость была параллельна плоскости экрана. В строке состояния запрос на синем фоне появится запрос **Центр?** Указать центр поворота курсором и нажатием левой кнопки мыши. Внизу экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Точка привязки?**

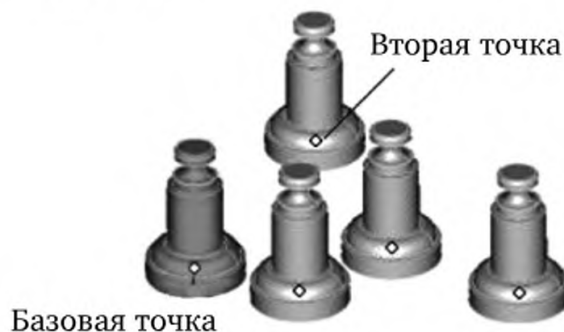
4. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши точку привязки. Внизу экрана на синем фоне появится запрос **Направление?**


5. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши точку, определяющую направление, элемент будет зафиксирован в нужном направлении.


6. Чтобы снять выделение объекта, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** . Для выхода из команды нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши.

## 9.5. Копирование объемных тел

Команда **Копия** позволяет создавать копии объемных тел. Для произвольного копирования необходимо указать точку привязки и точку положения копии. Точка привязки и точка положения копии определяют вектор смещения копии относительно копируемой группы тел. При выборе точек можно пользоваться привязками к точке, ребру, грани, к середине ребра, к центру грани, к сохраненной системе координат.




1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный объект окрасится в красный цвет.

2. Для произвольного создания копии элемента указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши на кнопке **Копия**  (1) открыть дополнительную панель и перемещением курсора выбрать команду **Произвольная** (2), отпустить левую кнопку мыши.



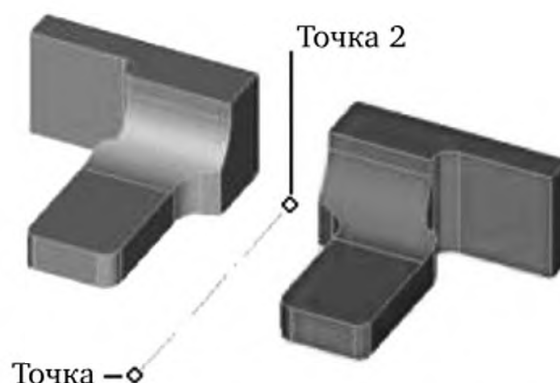
3. Внизу экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Исходная точка?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши исходную точку. Внизу экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Положение /ТАВ.** Указать курсором и нажатием левой кнопки мыши положение копии элемента.


4. Чтобы снять выделение объекта, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** . Для выхода из команды нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши.


5. Информацию о других способах копирования можно найти в Приложении **Справка системы** в разделе **ADEM CAD — Редактирование элементов — Редактирование 2D- и 3D-элементов — Копия**.

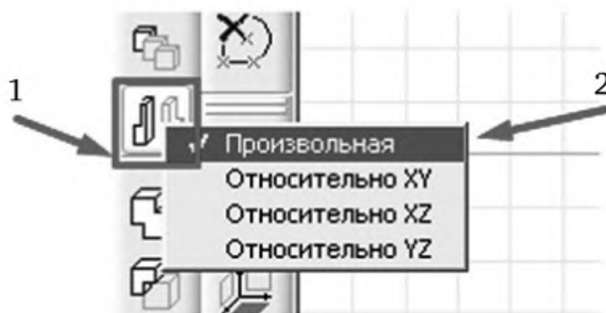
## 9.6. Зеркальное отражение объемных тел

Команда **Зеркальное отражение** позволяет зеркально отражать объемные тела относительно одной из базовых плоскостей текущей системы координат или относительно оси симметрии в рабочей плоскости.



1. Для активации объекта, с которым выполняются действия, указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Перевести курсор на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его — выбранный объект окрасится в красный цвет.


2. Для произвольного создания зеркальной копии тела указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши на кнопке **Зеркальное отражение**  (1) на панели **Операции с группами объектов** открыть дополнительную панель и перемещением курсора выбрать команду **Произвольная** (2), отпустить левую кнопку мыши.



3. ADEM развернет вид таким образом, чтобы рабочая плоскость была параллельна плоскости экрана. Внизу экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Точка оси?**



4. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать две точки, задающие ось симметрии. Будет создана зеркальная копия выбранных объемных тел.

5. Чтобы снять выделение объекта, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** . Для выхода из команды нажать клавишу ESC на клавиатуре или среднюю кнопку мыши.

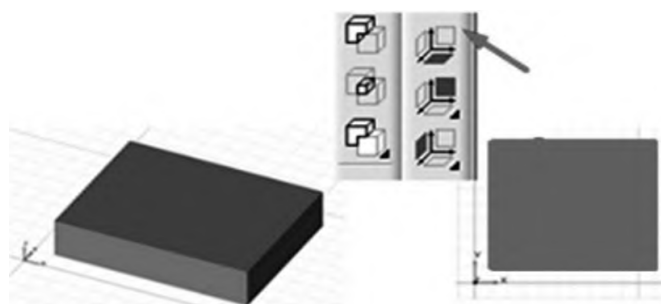
Информацию о других способах зеркального отражения можно найти в Приложении Справка системы в разделе ADEM CAD — Редактирование элементов — Редактирование 2D- и 3D-элементов.

## 9.7. Задание рабочей плоскости

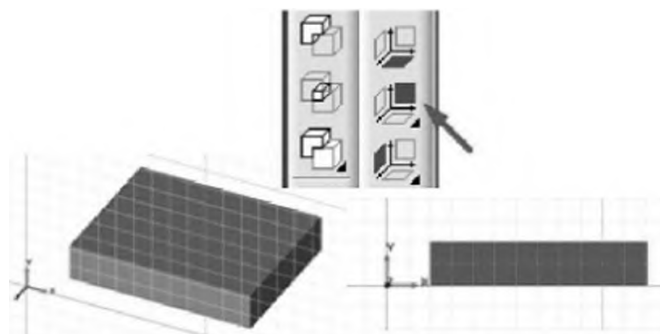
Рабочая плоскость — это плоскость в пространстве, заданная пользователем в текущий момент. Рабочая плоскость отображается в виде сетки зеленого цвета. Команды задания рабочей плоскости расположены на панели инструментов **Рабочая плоскость**, которая находится внизу окна модуля ADEM CAD. При создании нового проекта рабочая плоскость лежит в плоскости XY абсолютной системы координат и параллельна плоскости экрана.



1. Выбор активной абсолютной рабочей плоскости XY



2. Выбор активной абсолютной рабочей плоскости XZ



### 3. Выбор активной абсолютной рабочей плоскости YZ

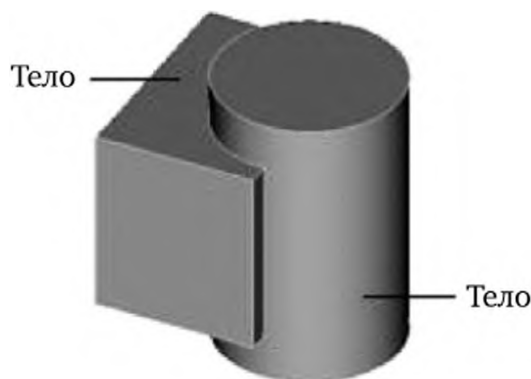


Сведения о других действиях с рабочими плоскостями можно найти в Справке в разделе ADEM CAD — Задание рабочей плоскости.

## 9.8. Булевы операции с 3D-изображениями


ADEM позволяет создавать на базе существующих объектов новые, используя булевы операции. Термин «булева операция» в математике используется для обозначения операций сравнения между множествами. В 3D аналогичные операции сравнения применяются в отношении совмещающихся или перекрывающихся тел. Булева операция осуществляется путем создания булева составного тела из нескольких существующих тел, которые обязательно должны пересекаться в некоторой области пространства. Как правило, булево объединение используется в отношении тел, которые должны выглядеть сплошными, то есть их поверхность всегда закрыта. В ADEM реализованы следующие типы булевых операций: объединение, пересечение и вычитание.


Команда **Объединение элементов** создает одно новое тело из нескольких, объединенных вместе.



1. Для получения общего тела из нескольких объектов выполнить их соединение, для чего используется одна из операций **Перемещение объектов** (см. раздел 3.8.3).

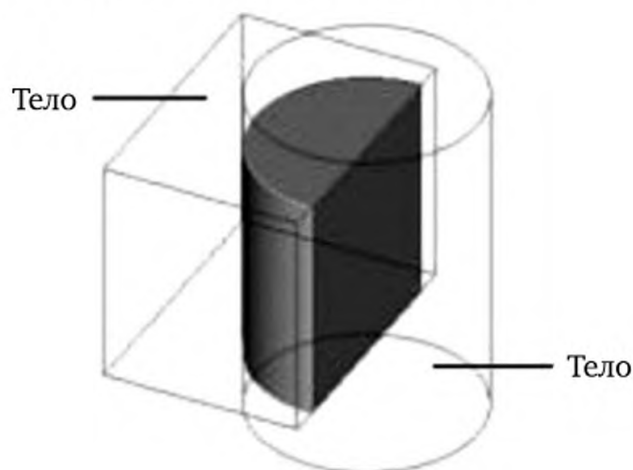
2. Для активации тел, с которыми будут выполняться действие **Объединение**, указанием курсора при нажатой левой кнопки

мыши включить команду **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать курсором команду **3D только** и отпустить левую кнопку мыши. Переводом курсора на необходимое тело и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранное тело окрасится в красный цвет.


3. Для получения нового общего тела из соединенных и активированных тел указанием курсора и щелчком левой мыши по кнопке **Объединение элементов**  на вертикальной панели **Операции с группами объектов**, расположенной слева от рабочего поля, реализовать операцию **Объединение**.



Команда **Пересечение элементов** создает новое тело, которое является общей частью пересекающихся тел.

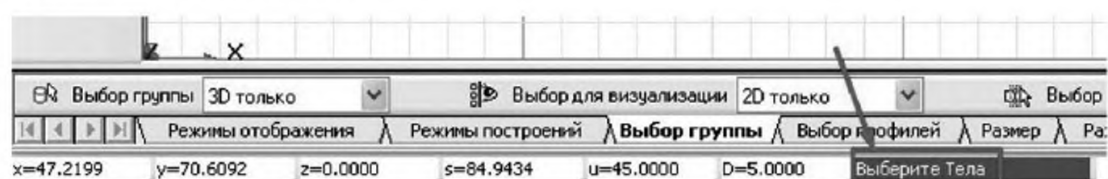


1. Для соединения тел используется одна из операций **Перемещение объектов** (см. раздел 3.8.3).

2. Для получения только общей части от соединенных и активированных тел указанием курсора и щелчком левой мыши по кнопке **Пересечение элементов**  на вертикальной панели **Операции с группами объектов**, расположенной слева от рабочего поля, запустить процедуру выполнения операции **Пересечение**.



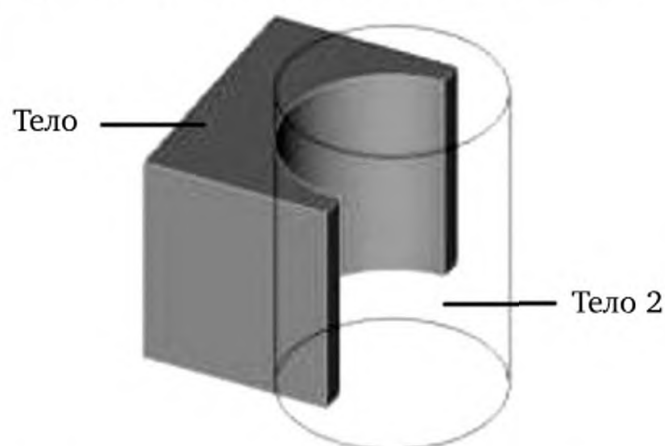
3. Внизу экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Выберите тела**.




4. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделить каждое тело, участвующее в построении, выбранные тела окрасятся в красный цвет.

5. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения операции. Пересечение будет построено, на экране останется тело, общее для соединенных моделей.

Команда **Вычитание** позволяет удалить из одного элемента части, которые пересекаются с другими элементами.

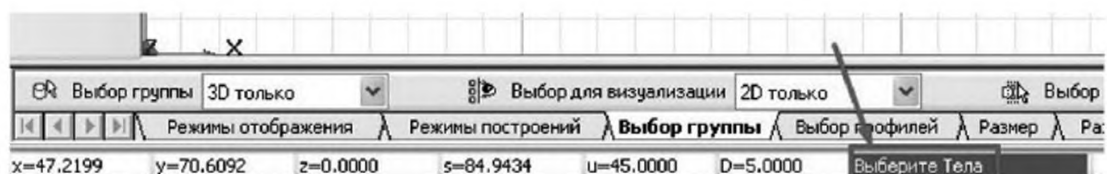


1. Для соединения объектов используется одна из операций **Перемещение объектов** (см. раздел 3.8.3).

2. Для выполнения вычитания из соединенных объектов указанием курсора и щелчком левой мыши по кнопке **Вычитание элементов**  на вертикальной панели **Операции с группами объектов**, расположенной слева от рабочего поля, запустить процедуру выполнение этой команды.



3. Внизу экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Выберите тела**.

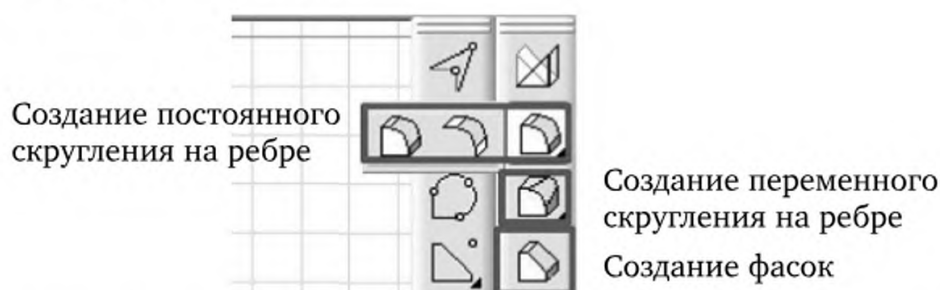


4. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши первым указать тело, из которого производится вычитание, а затем активировать тела, которые вычитаются, все выбранные тела окрасятся в красный цвет.

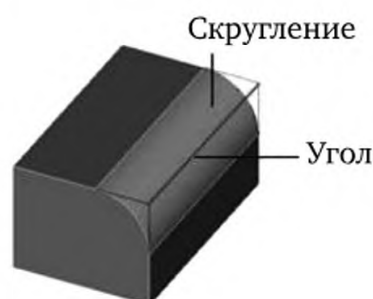
5. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения операции. Вычитание будет реализовано, на экране останется изображение остатка первого тела после вычитания.

## 10. Редактирование 3D-изображений


Функции редактирования 3D-элементов используются для внесения изменений в геометрию объемных моделей. К ним относятся — создание фасок на ребре, скругление граней и др. Команды скругления и создания фасок на ребрах объемных тел расположены в раскрывающемся списке на вертикальной панели инструментов справа от рабочего поля.



Команда **Постоянное скругление** позволяет создавать скругление постоянного радиуса на ребрах открытых оболочек и объемных тел.



Чтобы создать постоянное скругление на ребре:

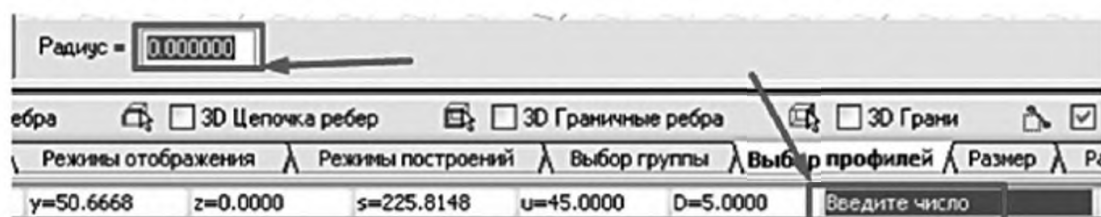
1. Указанием курсора на кнопку **Постоянное скругление**  и щелчком левой кнопки мыши запустить процедуру выполнения построения.



2. В строке состояния появится запрос **Выберите Ребра**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать на ребра, на кото-

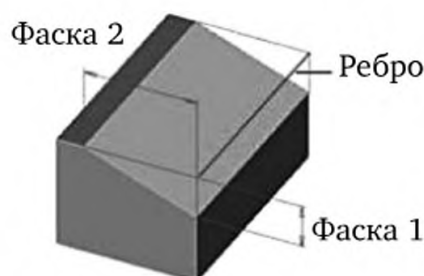


рых требуется построить скругление, по отдельности или с помощью рамки выбора. Нажать **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. В нижней части окна появится строка ввода параметров, а в строке состояния запрос **Введите число**.



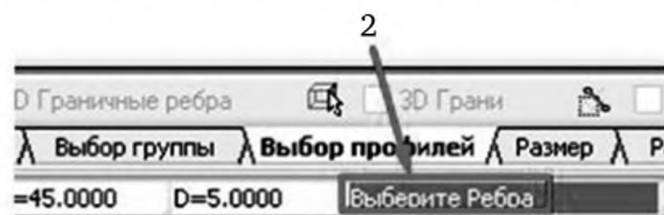
В поле **Радиус =** ввести с клавиатуры численное значение радиуса скругления. Нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**. Скругление будет построено.

Команда **Фаска на ребре** позволяет создавать фаску с различным размером сторон на выбранных ребрах открытых оболочек и объемных тел.



Для создания фаски на ребре:

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Фаска на ребре** (1). В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Выберите Ребра?**(2).



2. Выбрать ребра указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши или с помощью рамки выбора и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. В появившемся табло **Введите данные** выделить нужные значения (показано фаска 3 × 45) и нажать кнопку **ОК**.

На выделенном ребре будет сформирована фаска с указанными размерами.

Команда **Изменение цвета** позволяет изменять цвет выбранных граней и объемных тел.

**Введите данные**

Фаска 1 =	Фаска 2 =	Угол =	Направление <input type="checkbox"/> Направление
3		45	
0	0	0	
1	1	10	
1.6	1.6	15	
2	2	20	
2.5	2.5	25	
3	3	30	
4	4	35	
5	5	40	
6	6	45	

OK Отмена

**Чтобы изменить цвет граней, необходимо:**

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши нажать кнопку **Изменение цвета** (1), на экране появится табло для выбора поверхности или тела. Для окрашивания одной из граней тела переместить курсор на **Грань** (2) и отпустить левую кнопку мыши.



2. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши грани, цвет которых нужно изменить, и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения операции. Выбранные грани будут окрашены в красный цвет. А на экране появится табло **Цвет**.

**Цвет**

Основные цвета:

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Дополнительные цвета:

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Определить цвет >>

OK Отмена


Цвет/Заливка

Добавить в набор

Оттенок: 160 Красный: 0  
Контраст: 0 Зеленый: 0  
Яркость: 0 Синий: 0

3. В табло **Цвет** указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выбрать необходимый цвет и нажать кнопку **OK**. Выделенные грани будут окрашены в выбранный цвет.


**Чтобы изменить цвет объемной модели, необходимо:**

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши нажать кнопку **Изменение цвета**  (1) на панели инструментов **Редактирование 3D** — появится табло для выбора, переместить курсор на **Тело** (2) и отпустить левую кнопку мыши.


2. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши тела, цвет которых нужно изменить, и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения операции. Выбранные тела будут окрашены в красный цвет. А на экране появится табло **Цвет**.

3. В диалоге **Цвет** выбрать необходимый цвет и нажать кнопку **ОК**. Выделенные тела будут окрашены в выбранный цвет.

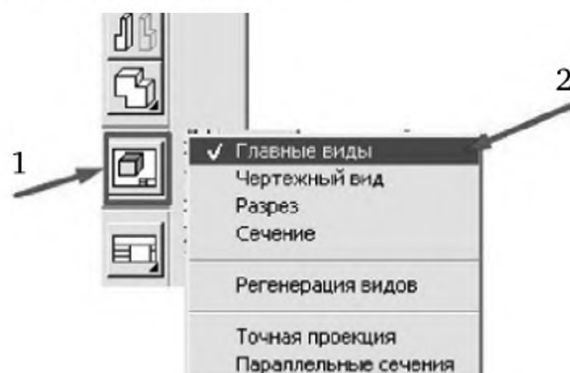
## 11. Получение аксонометрического изображения с 3D-модели

Функция **Главные виды**  позволяет получить плоское аксонометрическое изображение с объемной модели в формате прямоугольной изометрической проекции. В прямоугольной изометрической проекции аксонометрические оси образуют между собой углы в  $120^\circ$ , а коэффициент искажения принимается равным 1.

**Чтобы построить изометрическое изображение, необходимо:**

1. При наличии объемной модели на экране указанием курсора, при нажатой левой кнопке мыши, нажать и удерживать кнопку **Черчение с 3D-модели**  (1), расположенную на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля.

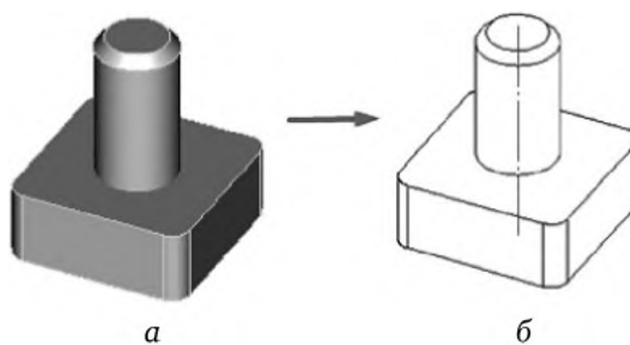
2. В появившемся контекстном меню выбрать **Главные виды** (2) и отпустить левую кнопку мыши.



3. Появится диалог **Получение видов**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши вид **Изометрический** (1). Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **ОК** (2).



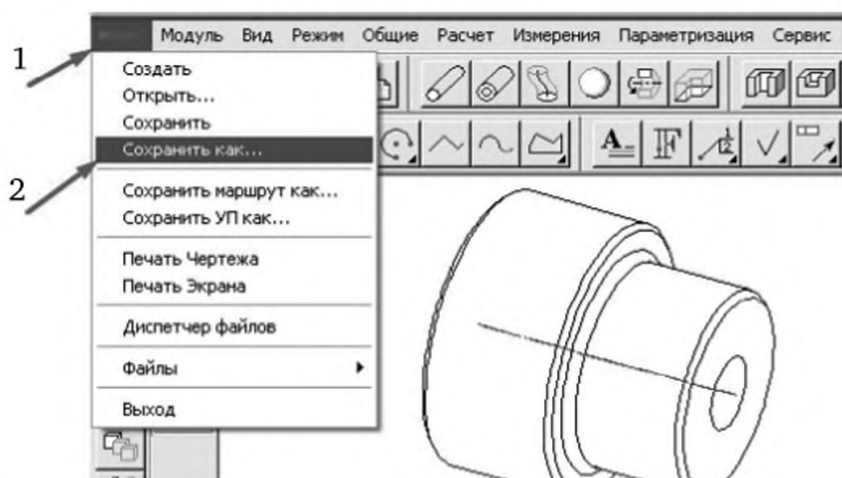
4. На экране появится плоское изображение объемной модели в прямоугольной изометрической проекции.



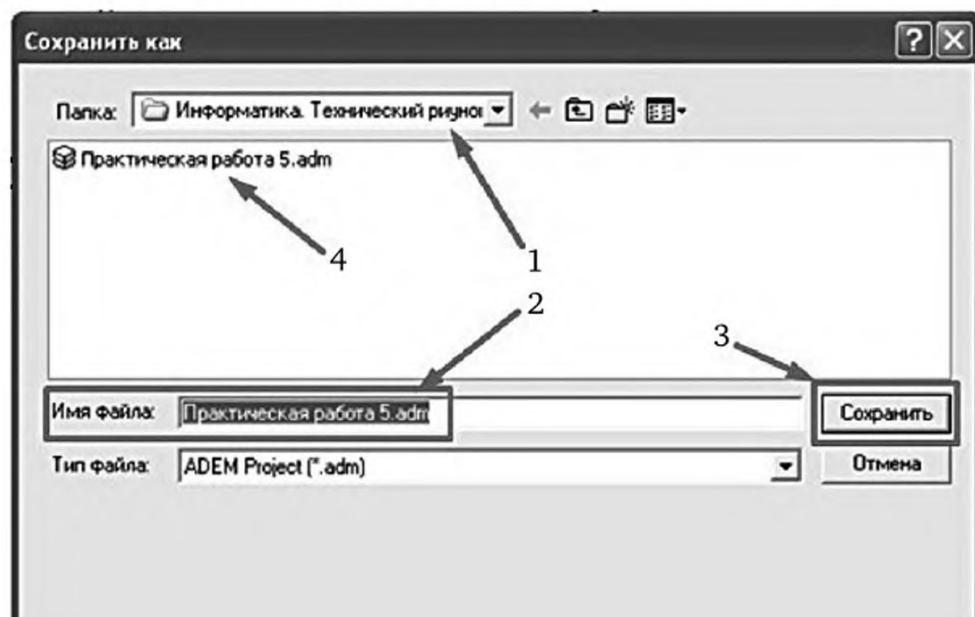
**Рис. 8. Объемная 3D-модель детали «Опора» (а)  
и ее изометрическая проекция (б)**

## 12. Сохранение выполненных разработок и печать результатов проектирования

Для сохранения выполненной разработки подвести курсор к команде **Файл** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню команду **Сохранить как...** (2), левую кнопку мыши отпустить.

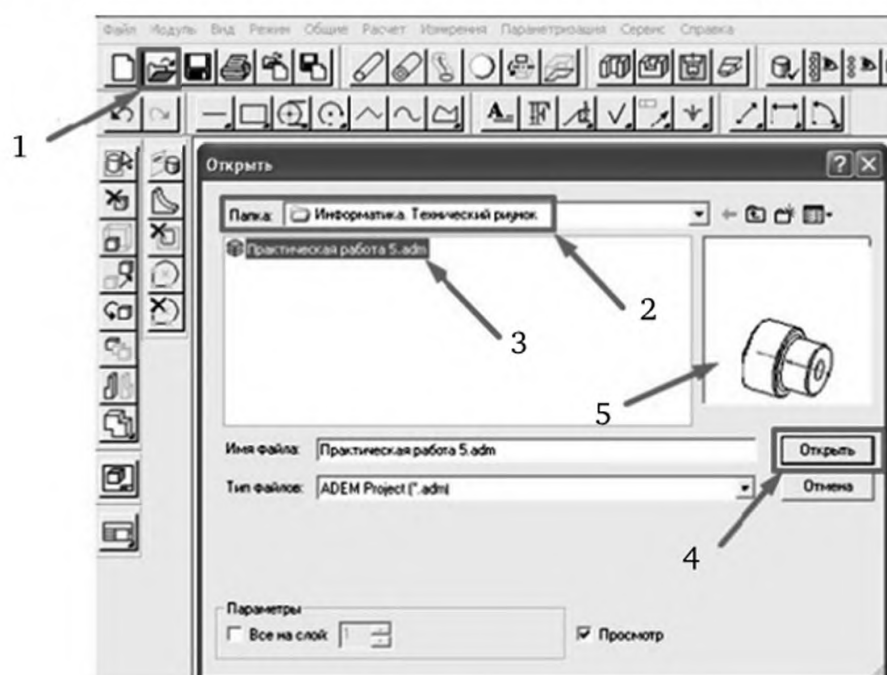


Откроется табло **Сохранить как**, затем создать новую или открыть нужную папку (1), ввести имя файла в окно **Имя файла** (2) и щелкнуть левой кнопкой мыши по команде **Сохранить** (3). Выполненная разработка (4) будет сохранена в указанной папке.

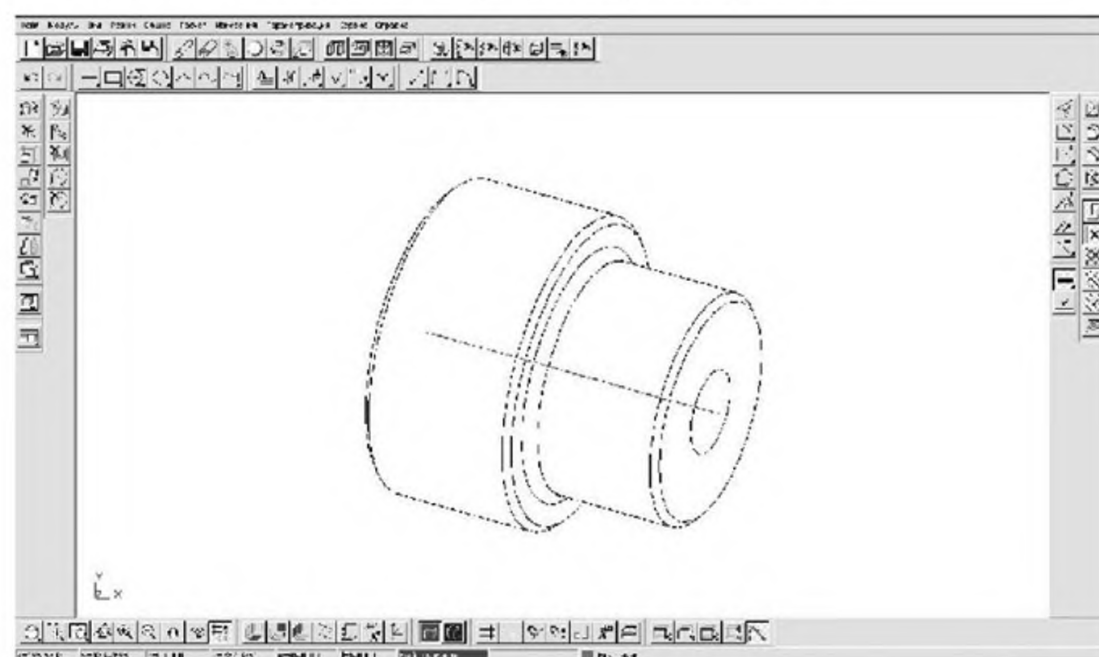




Для открытия файла с выполненным техническим рисунком указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Открыть ранее созданный документ** (1), в появившемся на экране табло указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши открыть нужную папку (2). В ней указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделить нужный файл (3). В окне табло (5) появится изображение выбранного файла. Нажать кнопку **Открыть** (4).

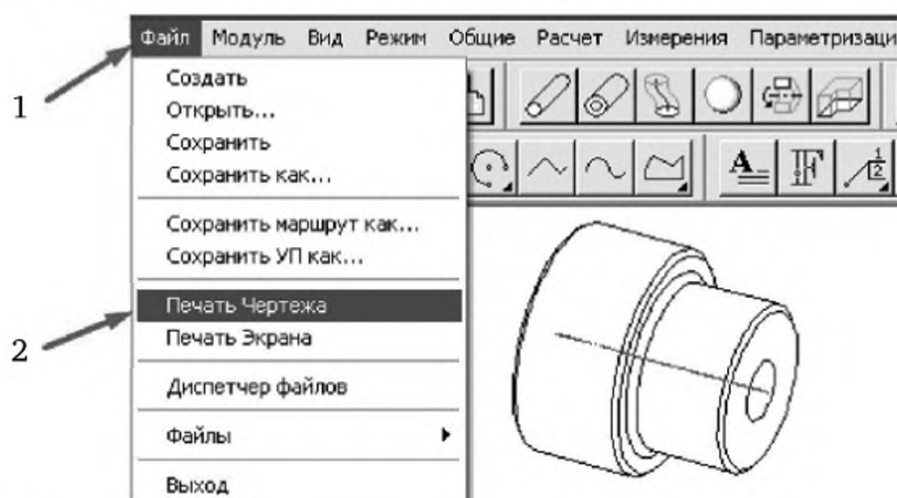


Выполнится открытие созданного ранее файла.

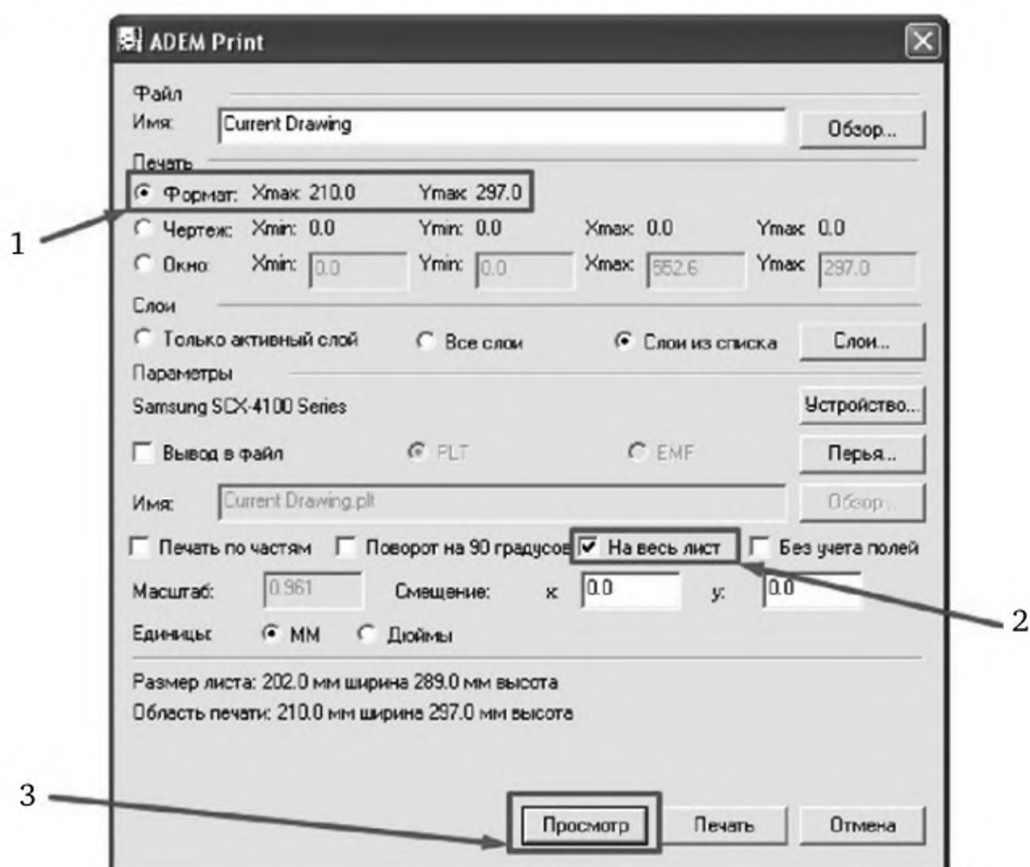


Для распечатки выполненной разработки подвести курсор к команде **Файл** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, выделить в открывшемся контекстном меню команду **Печать чертежа**

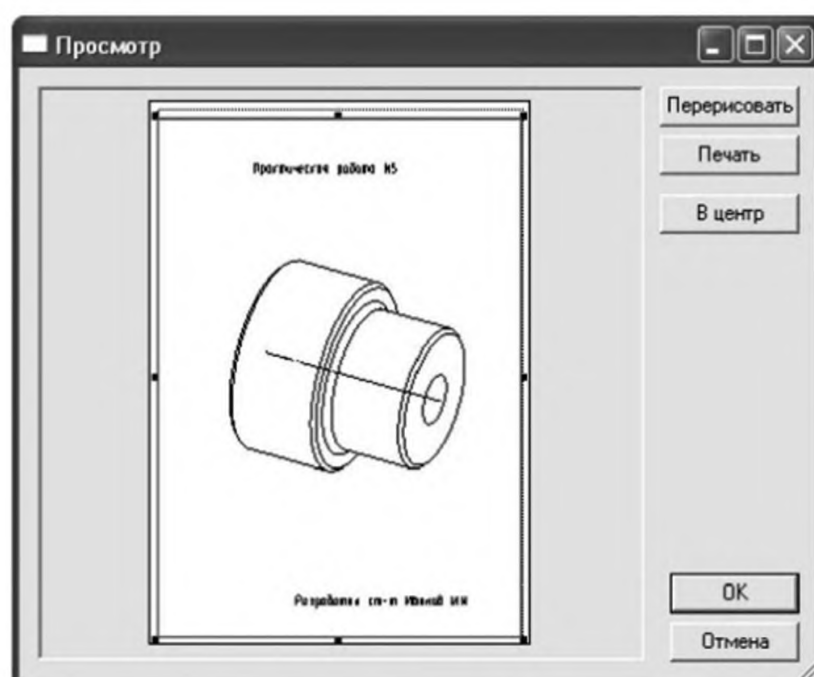
(2), если изображение выполнено в 2D-формате. Для распечатки изображения объемной модели выделяется команда **Печать экрана**.



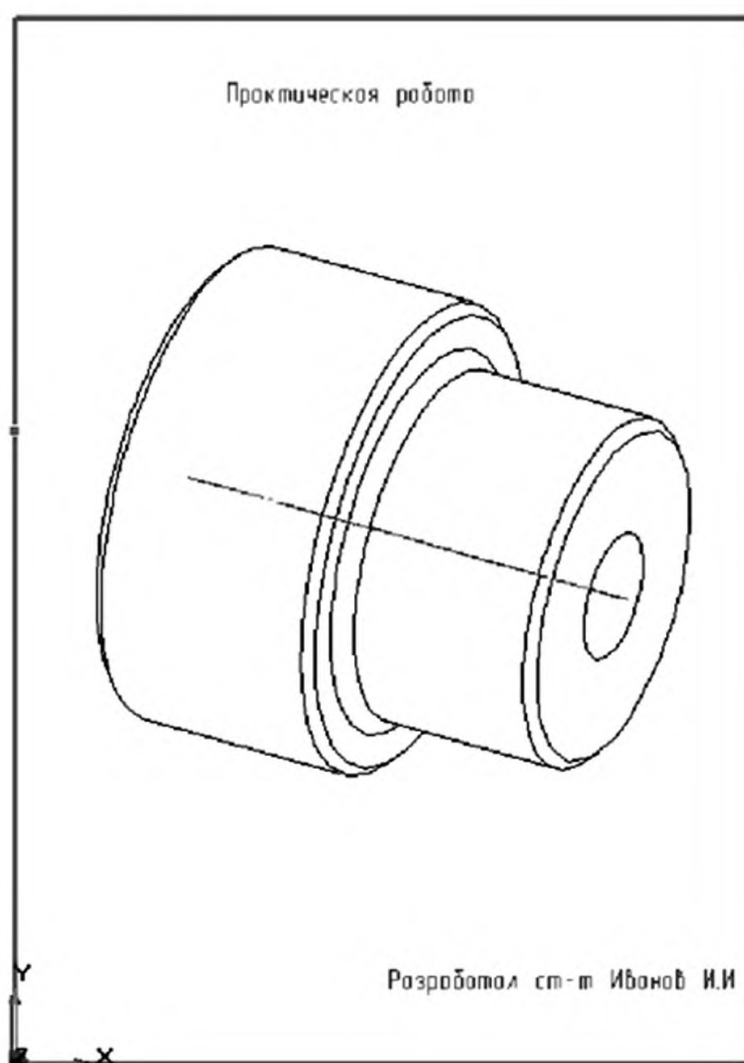
Откроется табло **ADEM Print**, указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши активировать окна **Формат** (1) и **На весь лист** (2), щелкнуть левой кнопки мыши по кнопке **Просмотр** (3).



Откроется табло **Просмотр** с видом документа для печати, если он соответствует требованиям, щелчком левой кнопки мыши по команде **Печать**, документ отправляется на принтер для печати. Если вид документа не соответствует заданию, то подается команда **Отмена**.



Вид распечатанного документа с изображением технического рисунка в формате 2D.



## 13. Пример выполнения разработки объемной модели и технического рисунка

**Задание.** Выполнить технический рисунок в виде изометрической проекции изделия «Заклепка» со сферической головкой диаметром 40 мм, цилиндрическая часть заклепки диаметром 20 мм и длиной 60 мм.





### 13.1. Настройка параметров проектирования

**Выбор модуля построения.** Разработка графических изображений выполняется в конструкторском модуле системы. Указанием курсора, нажав и удерживая левую кнопку мыши на команде **Модуль**, в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню, выделить команду **ADEM CAD** (фон имени команды изменится на синий), отпустить левую кнопку мыши.



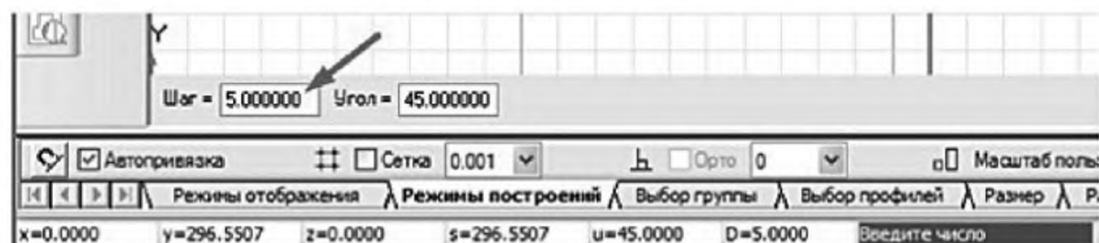
**Выбор начала проектирования.** Разработка нового проекта начинается с команды **Создать**. Подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана и нажать левую кнопку мыши и, не отпуская, подвести курсор к команде **Создать** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку. Система готова к выполнению нового проекта.



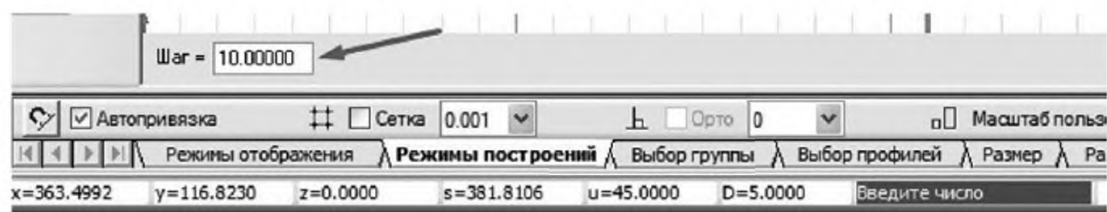
**Установка шага курсора.** Перемещение курсора может осуществляться как с помощью мыши, так и с клавиатуры. При помощи клавиатуры     можно перемещать курсор с шагом заданной вели-

чины. Можно изменять величину шага движения курсора в любой момент. Значение шага движения курсора по умолчанию установлено 5 миллиметров.

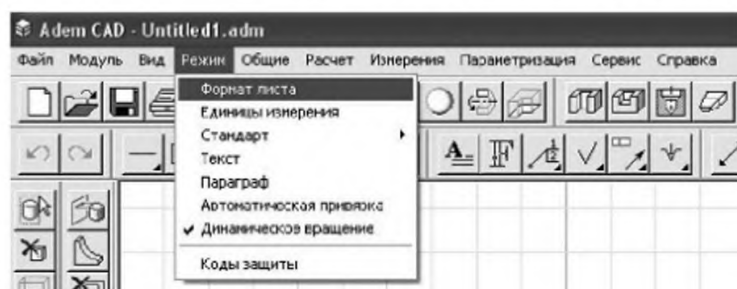
Чтобы задать величину шага движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести с клавиатуры новое значение шага курсора и нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER**.



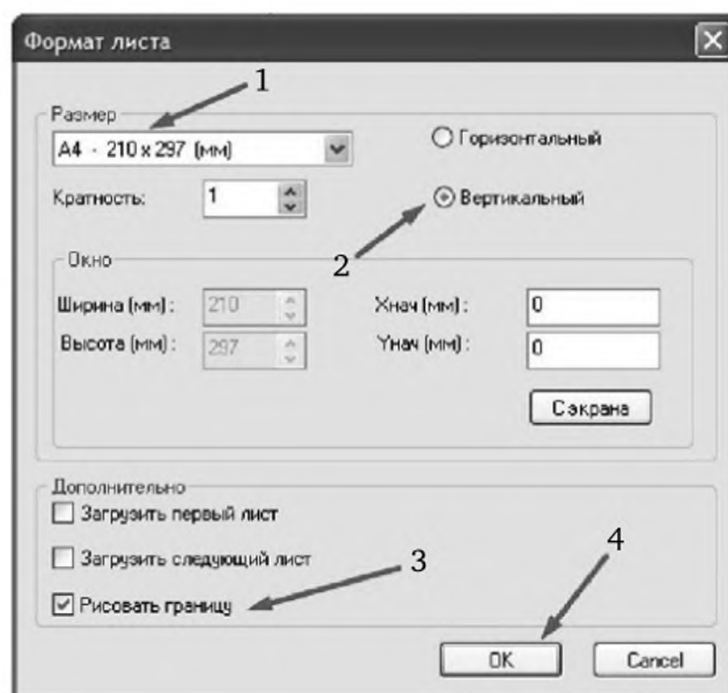
**Установка шага сетки** производится нажатием на клавишу **G** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести с клавиатуры новое значение шага сетки и нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER**. По умолчанию шаг сетки равен 5 мм.



**Выбор формата листа.** Для выполнения проектирования выбрать формат листа. Подвести курсор к кнопке **Режим** в самом верхнем ряду команд, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Формат листа** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку мыши.

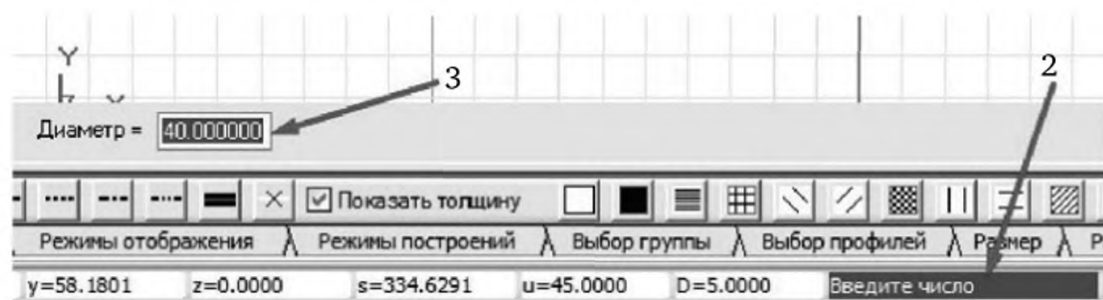
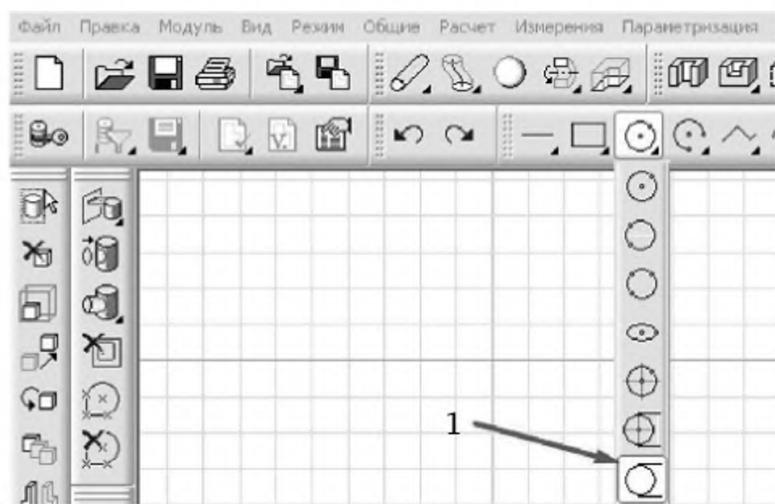


На экране появится табличка **Формат листа**. Подвести курсор к стрелке справа от окошка с надписью **Задан пользователем** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к нужной строке с размерами формата (на схеме это **A4 — 210 × 297 мм**), отпустить левую кнопку мыши. Установить расположение **Вертикальный** (2). Переместить курсор к окошку слева от надписи **Рисовать границу** (3) и нажать левую кнопку мыши. Подвести курсор к клавише **OK** (4) на табличке и щелкнуть левой кнопкой мыши.



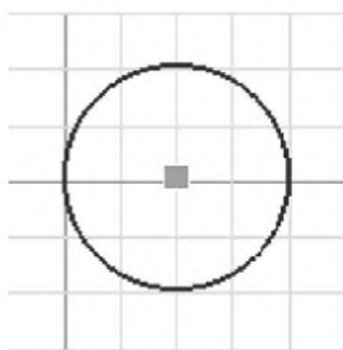
## 13.2. Разработка 3D-модели изделия

Указанием курсора и щелчком левой кнопки запускаем команду **Окружность заданного диаметра** (1). В строке состояний в нижней части экрана появится запрос **Введите число** (2), в окне **Диаметр** (3) вводим значение диаметра головки 40 мм.

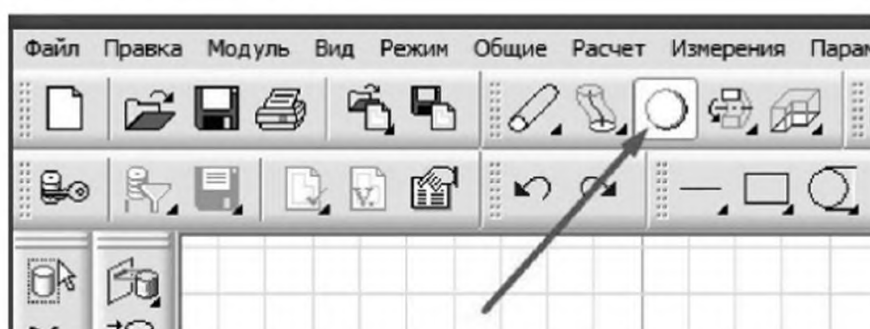




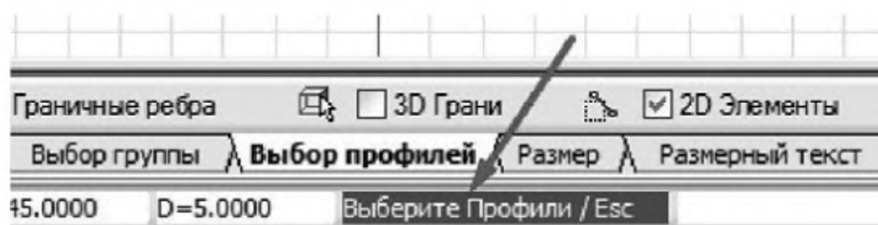
Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши установим появившееся изображение окружности в центр области построений.



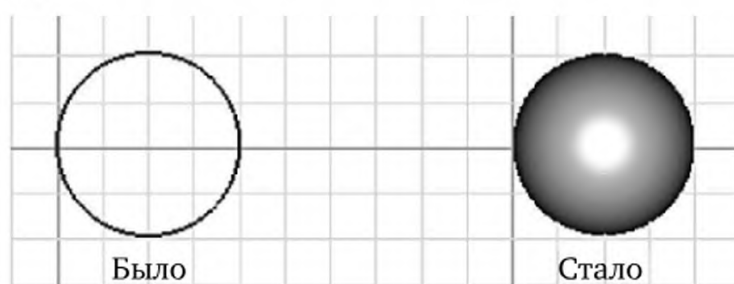
Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запускаем команду **Построение сферы**.



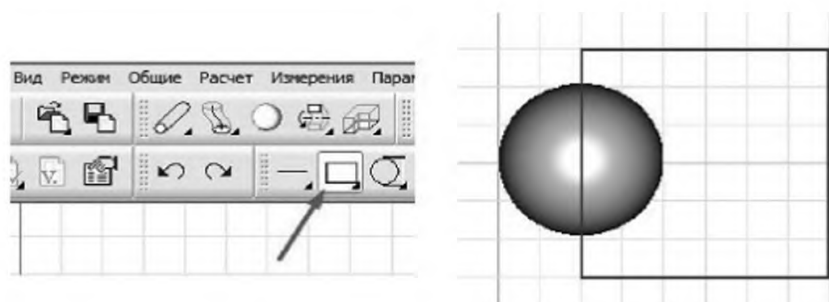
В нижней части экрана в строке состояния появится запрос **Выберите профили/ESC**.



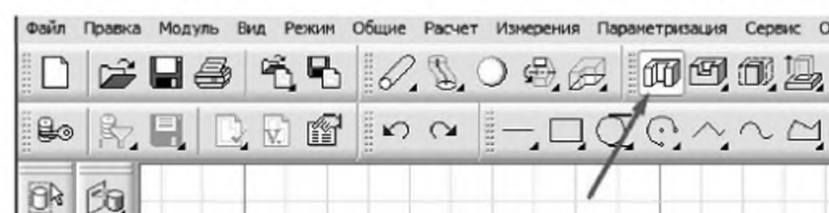
Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделим контур окружности, произойдет изменение его цвета с черного на оранжевый. Нажимаем клавишу **ESC**, на месте окружности сформируется сфера.



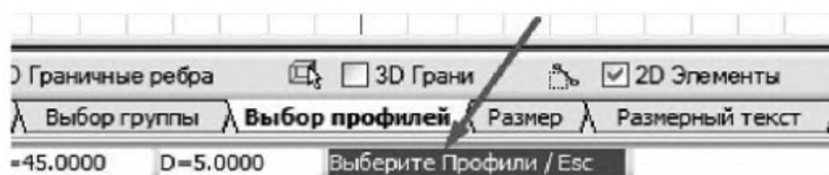
С помощью команды **Прямоугольник** выделим половину сферы, как показано на рисунке.



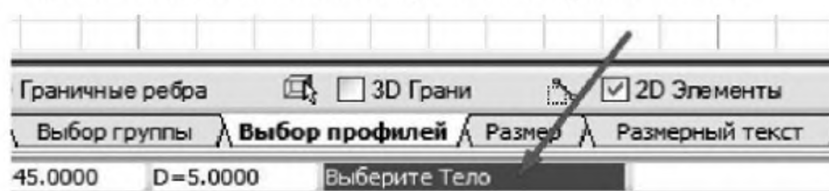
Для получения формы головки заклепки необходимо удалить выделенную прямоугольником часть сферы. Реализацию этой задачи выполним с помощью команды **Сквозное отверстие**.



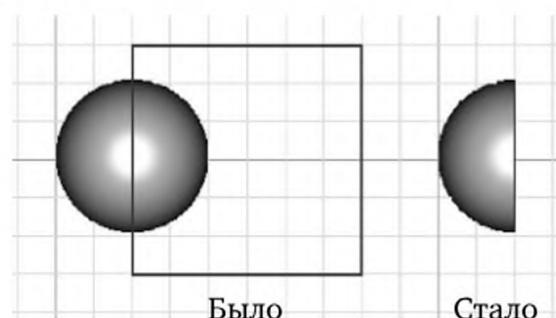
После запуска этой команды в нижней части экрана, в строке состояния, появится запрос **Выберите профили/ESC**.



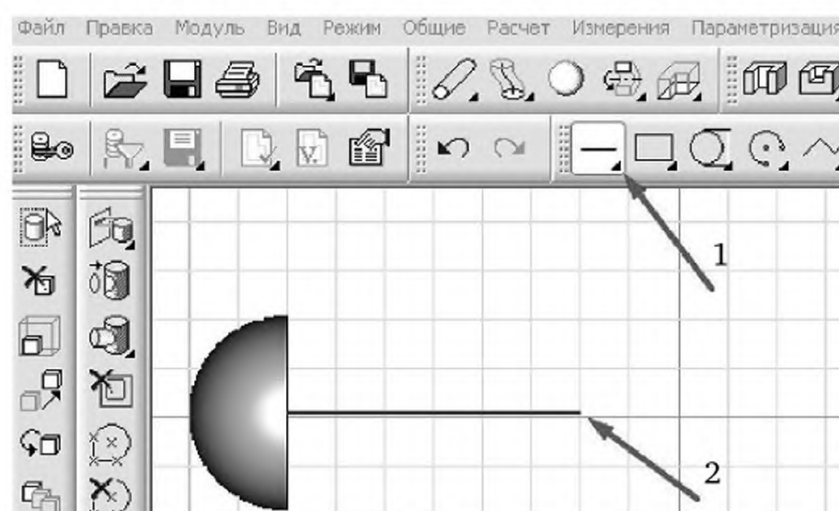
Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделим контур прямоугольника, произойдет изменение его цвета с черного на оранжевый. Нажимаем клавишу **ESC**, в нижней части экрана, в строке состояния, появится запрос **Выберите тело**.



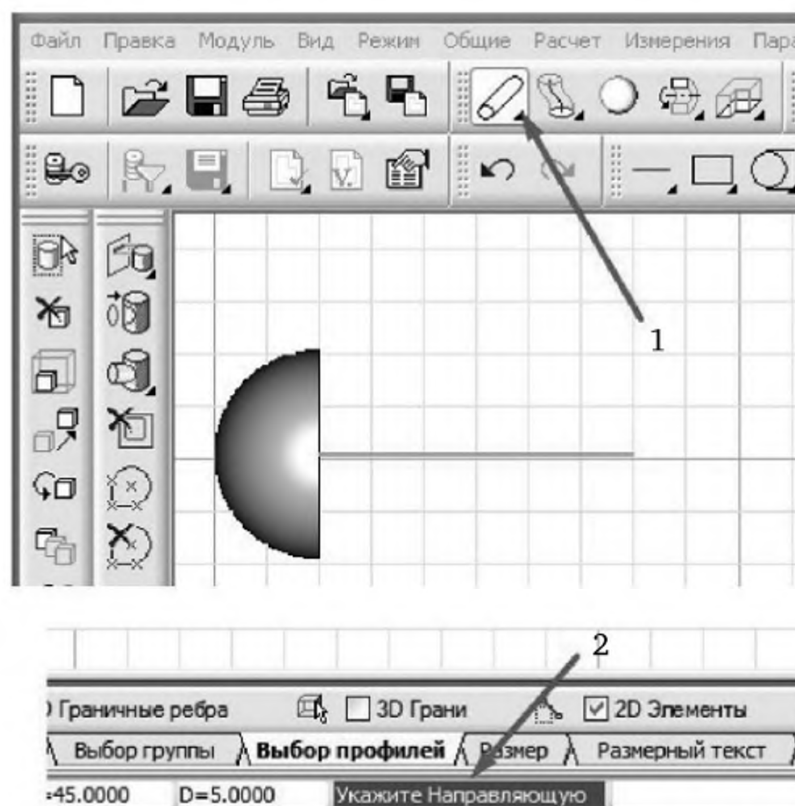
Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделяем ту часть сферы, которая должна остаться. Изображение примет вид, показанный на рисунке.



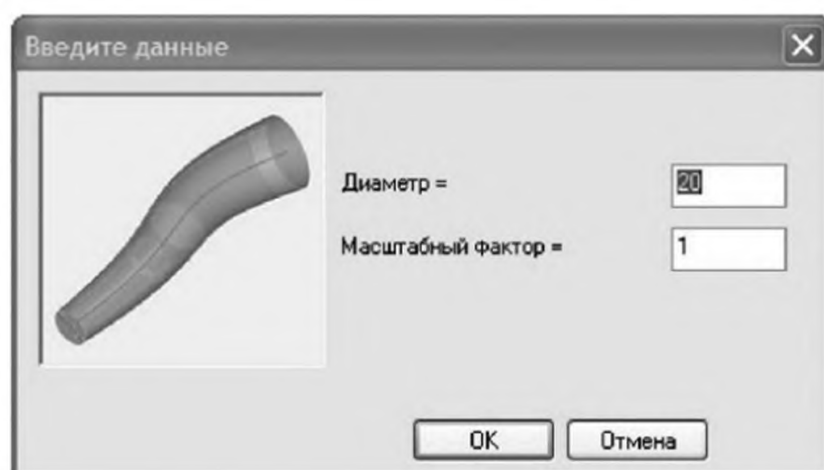
Для создания цилиндрической части заклепки используем команду **Построение цилиндра**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запускаем команду **Отрезок** (1) и строим отрезок длиной 60 мм, примыкающий к ранее созданной полусфере (2).



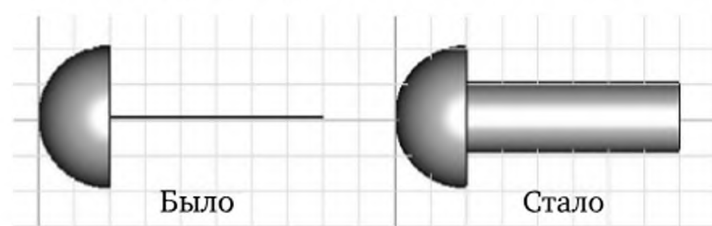
Запускаем команду **Построение цилиндра** (1), в строке состояния появится запрос **Укажите направляющую** (2). Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши обозначьте отрезок, его цвет изменится на оранжевый.



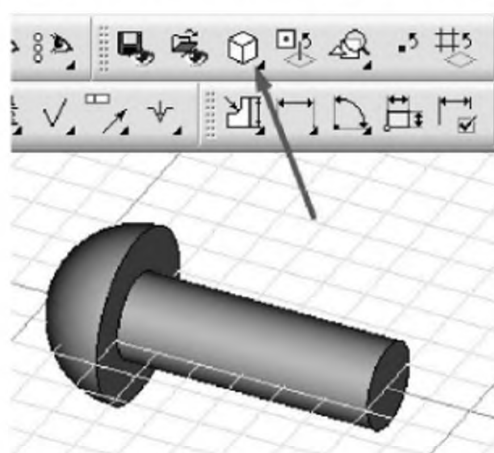
После нажатия клавиши **ESC** на экране появится табло **Введите данные**. В окне диаметр введем значение диаметра цилиндрической части заклепки 20 мм и нажмем кнопку **ОК**.



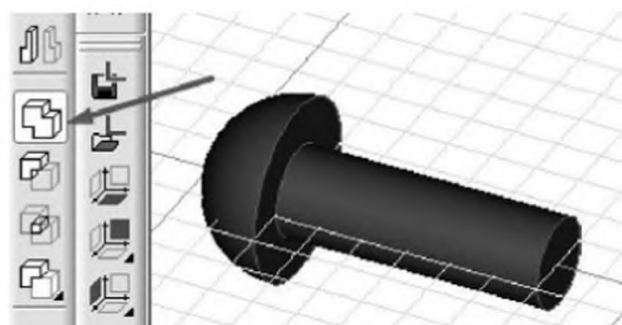
Изображение на экране примет вид показанный на рисунке.



После нажатия на кнопку **Изометрический вид** изображение на экране примет вид, показанный на рисунке.

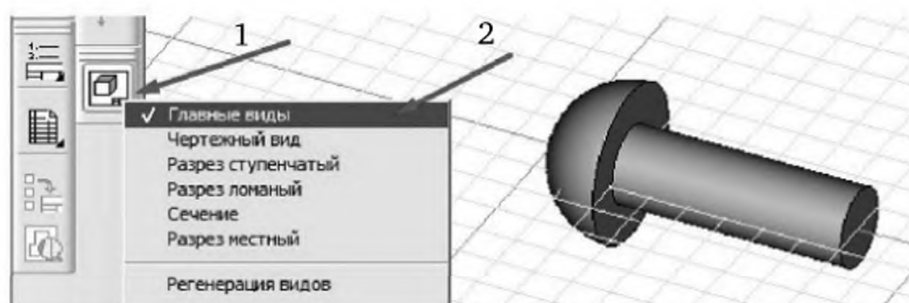


Для объединения созданных элементов в единую конструкцию используем булеву операцию **Объединение**. Нажмем на кнопку **Объединение элементов**.



В строке состояния появится запрос **Элементы/Тела**, указани-  
ем курсора и щелчками левой кнопки мыши выделим изображения  
сферической и цилиндрической частей модели. Их цвет изменит-  
ся на бордовый, нажмем клавишу **ESC**, и фигура, ранее состоящая  
из двух элементов, будет объединена в единое тело.

Для получения изометрической проекции созданной модели ис-  
пользуем команду **Создание чертежных видов по 3D-модели (1)**.  
В выпадающем меню выделим строку **Главные виды (2)**.

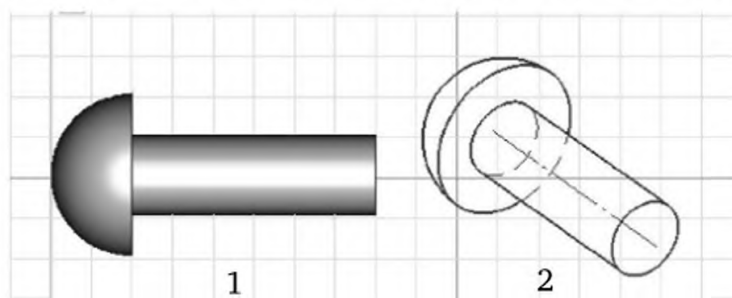


### 13.3. Разработка изометрического вида изделия

В появившемся табло **Получение видов** выделим **Изометриче-  
ский** и нажмем кнопку **ОК**.



На экране, помимо объемного изображения детали 1, появится  
плоское аксонометрическое изображение модели в прямоугольной  
изометрической проекции 2. Щелчком левой кнопки мыши зафикс-  
ируем положение полученной изометрической проекции.



Для того чтобы сохранить выполненную разработку, нужно подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Открыть папку своей группы, найти свою папку, открыть ее и сохранить в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла по вашему выбору.

Поле удаления 3D-модели и создания текста на формате изображение примет вид, показанный на рисунке.





## 14. Практикум по выполнению технического рисунка в модуле CAD программы ADEM 9.0 Student

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.

Таблица 2

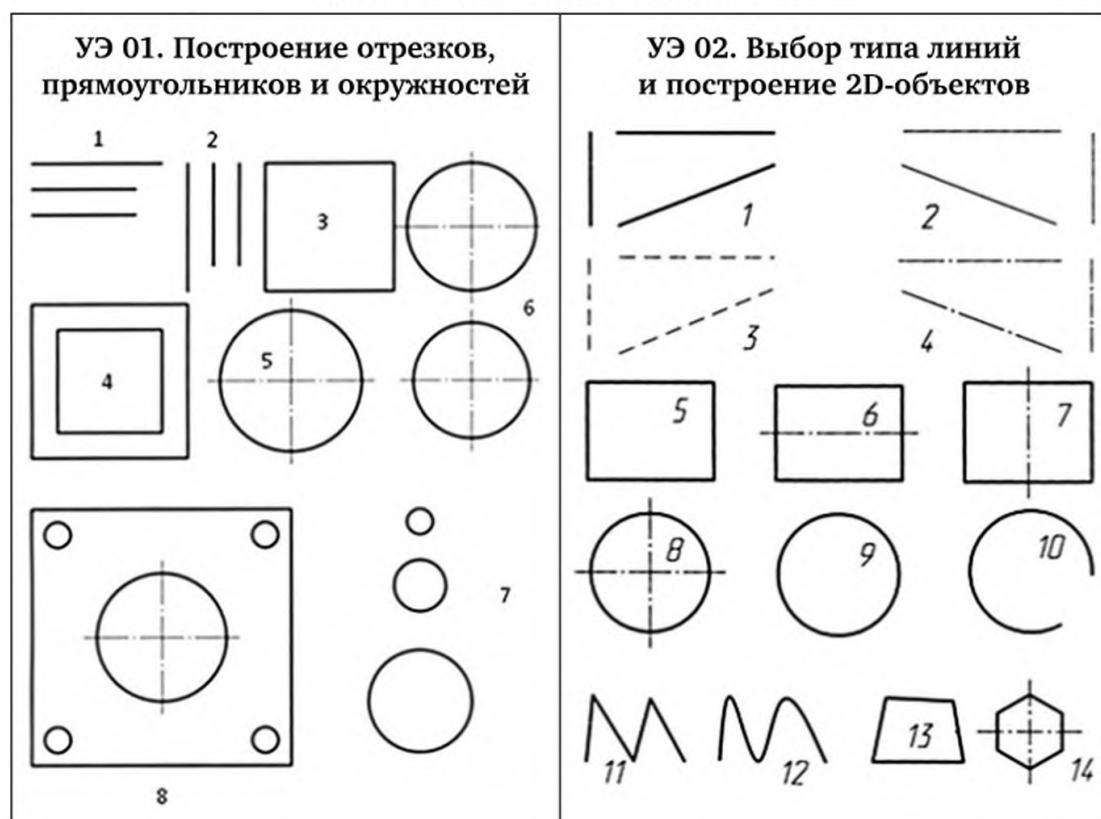
**Структура модульной программы практикума по основам компьютерной графики  
и 3D-моделированию**

Предмет	Модульные блоки	Учебные элементы	Стр.
Основы компьютерной графики и 3D-моделирования	МБ1. 2D-построения	УЭ 01. 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей	114
		УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов	126
		УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений	142
		УЭ 04. 2D-построения. Булевы операции на плоскости	155
		УЭ 05. 2D-построения. Самостоятельная работа по 2D-построениям	160
	МБ2. 3D-моделирование	УЭ 06. 3D-моделирование. Проволока, труба, сфера	161
		УЭ 07. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Поверхностная модель	171
		УЭ 08. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Твердотельная модель	176

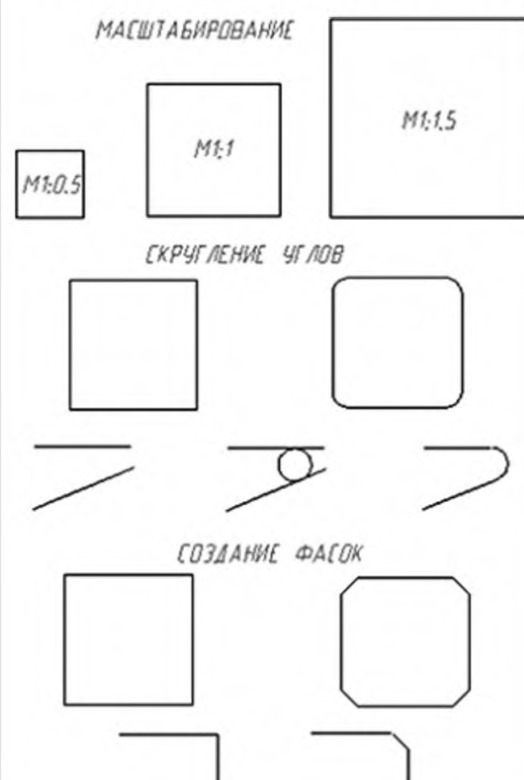
Предмет	Модульные блоки	Учебные элементы	Стр.
		УЭ 09. 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля	180
		УЭ 10. 3D-моделирование. Управление 3D-изображениями. Редактирование объемных изображений	186
		УЭ 11. 3D-моделирование. Булевы операции с объемными изображениями	190
		УЭ 12. 3D-моделирование. Самостоятельная работа по 3D-построениям	195
		УЭ 13. Разработка 3D-модели и технического рисунка детали тела вращения	197
		УЭ 14. Разработка 3D-модели и технического рисунка детали смещением профиля	210

Таблица 3

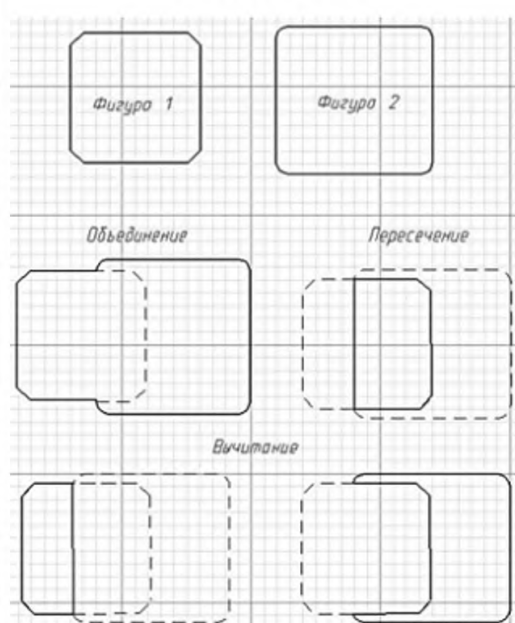
## Эскизы изображений учебных элементов



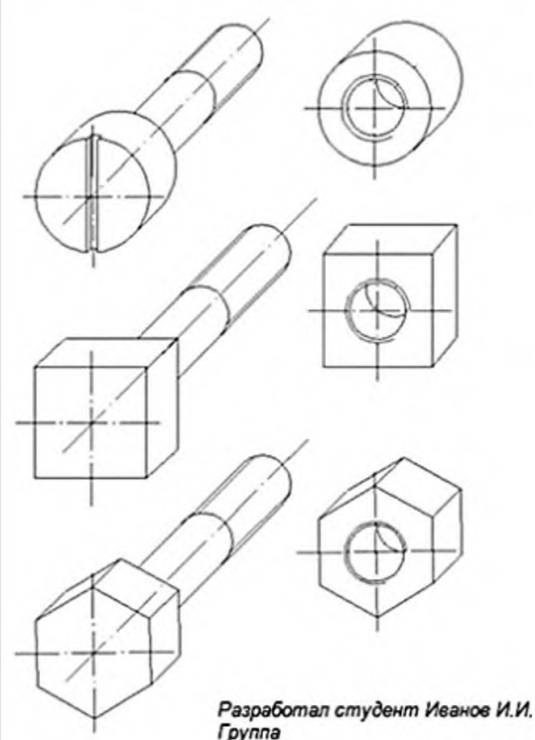
**УЭ 03. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений**



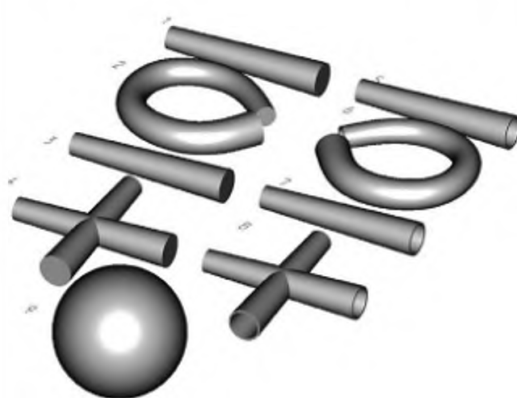
**УЭ 04. Булевы операции на плоскости**



**УЭ 05. Самостоятельная работа по 2D-построениям**



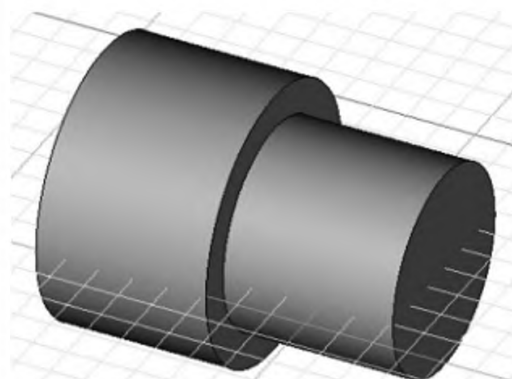
**УЭ 06. Проволока, труба, сфера**



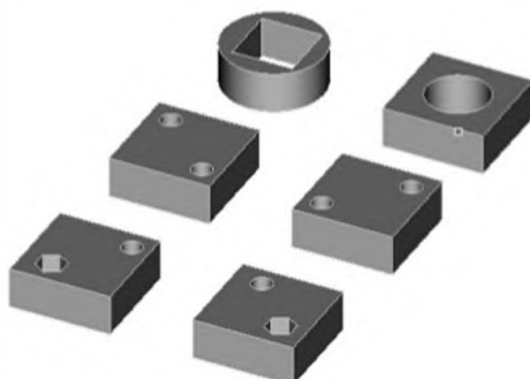
**УЭ 07. Создание объемных тел  
вращением профиля вокруг оси.  
Поверхностная модель**



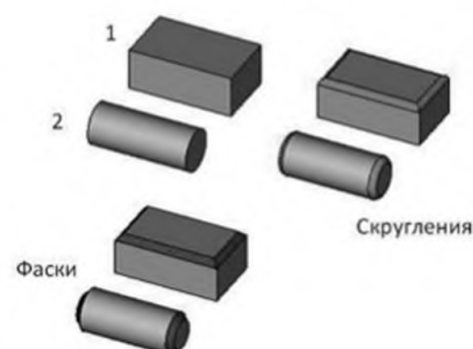
**УЭ 08. Создание объемных тел  
вращением профиля вокруг оси.  
Твердотельная модель**



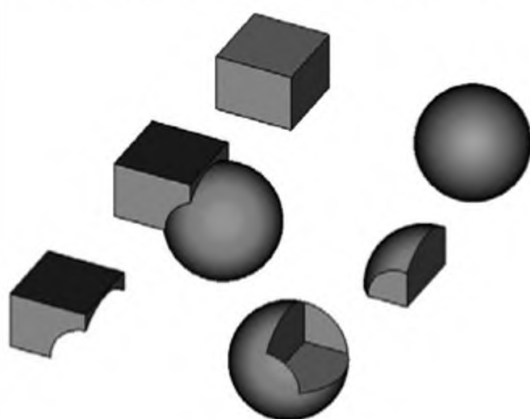
**УЭ 09. Создание объемных тел  
смещением профиля**



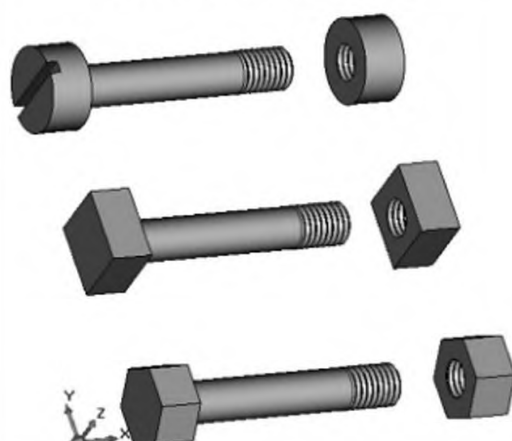
**УЭ 10. Редактирование объемных  
изображений**

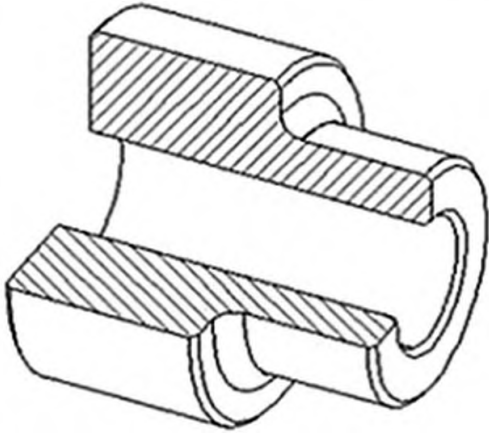
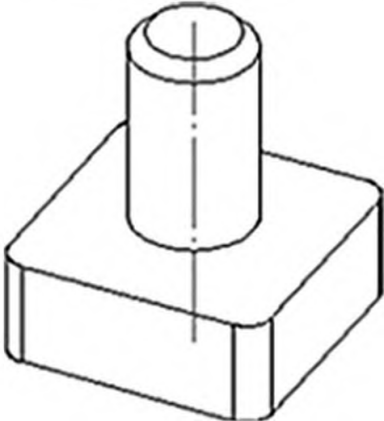


**УЭ 11. Булевы операции  
с объемными изображениями**



**УЭ 12. Самостоятельная работа  
по 3D-построениям**



<p><b>УЭ 13. Разработка 3D-модели и технического рисунка детали тела вращения</b></p> 	<p><b>УЭ 14. Разработка 3D-модели и технического рисунка детали сдвижением профиля</b></p> 
---	---

### Учебный элемент УЭ 01

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ1. 2D-построения.

**Наименование учебного элемента:** 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете выполнять 2D-построения в программе ADEM 9.0 в модуле CAD:

- отрезков;
- прямоугольников;
- окружностей.

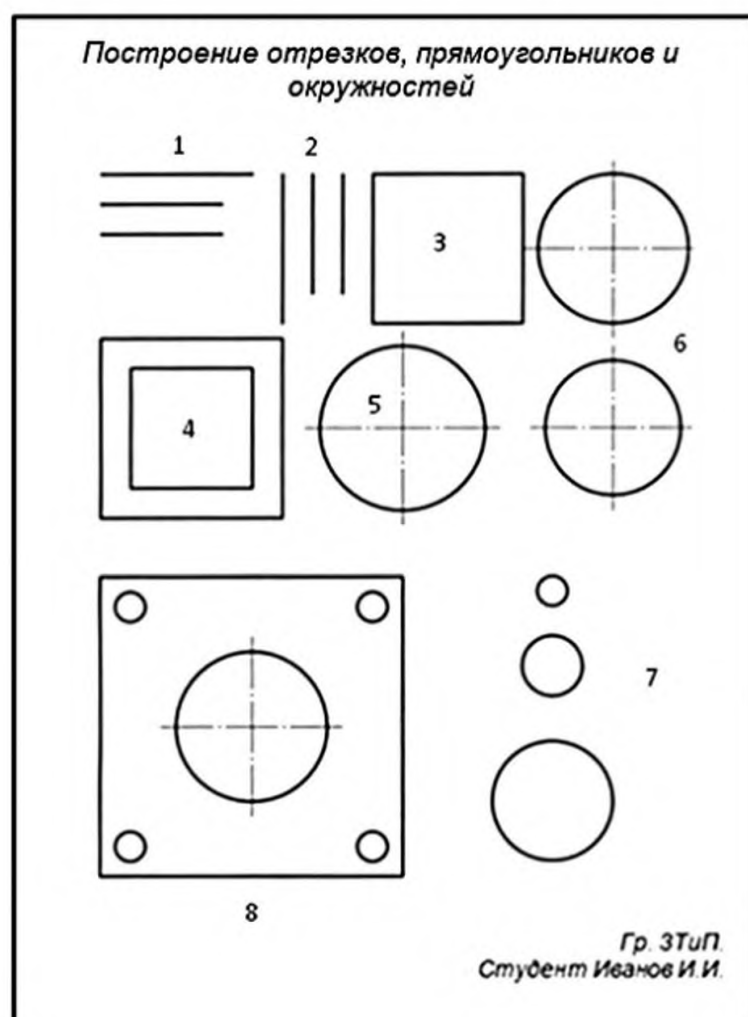
#### Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

#### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.

**Задание.** Выполнить практическую работу по построению отрезков, окружностей и прямоугольников в соответствии с методическими указаниями приведенными ниже. Изображения, которые необходимо построить, показаны на рисунке.



## 1. Работа с файлами

**Выбор модуля построения.** Разработка графических изображений выполняется в конструкторском модуле системы. Указанием курсора, нажав и удерживая левую кнопку мыши на команде **Модуль**, в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню, выделить команду **ADEM CAD** (фон имени команды изменится на синий), отпустить левую кнопку мыши.



**Выбор начала проектирования.** Разработка нового проекта начинается с команды **Создать**. Подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Создать** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку. Система готова к выполнению нового проекта.



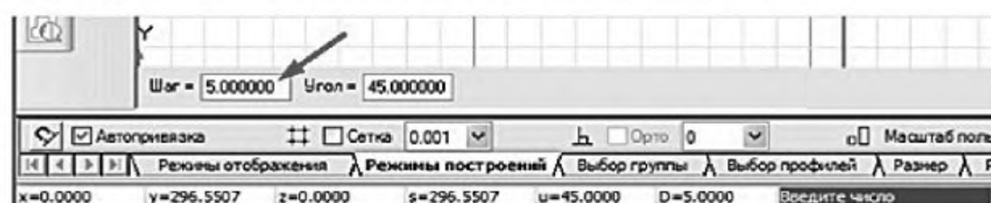


## 2. Настройка параметров проектирования

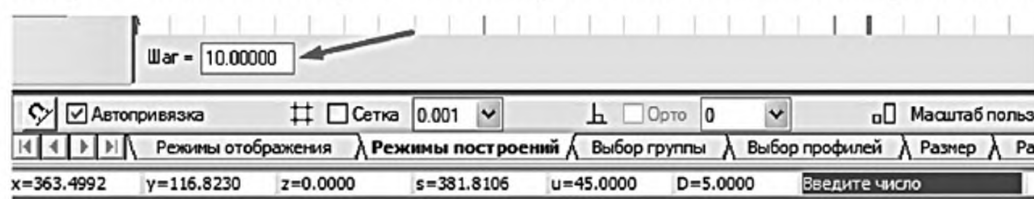
**Установка шага курсора.** Перемещение курсора может осуществляться как с помощью мыши, так и с клавиатуры. При помощи клавиатуры

можно перемещать курсор с шагом заданной величины. Можно изменять величину шага движения курсора в любой момент. Значение шага движения курсора по умолчанию установлено 5 миллиметров.

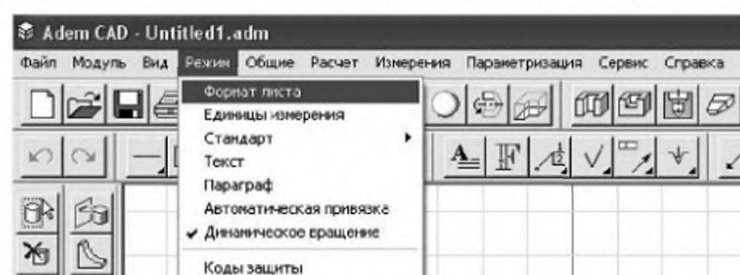
Чтобы задать величину шага движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести с клавиатуры новое значение шага курсора и нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER**.



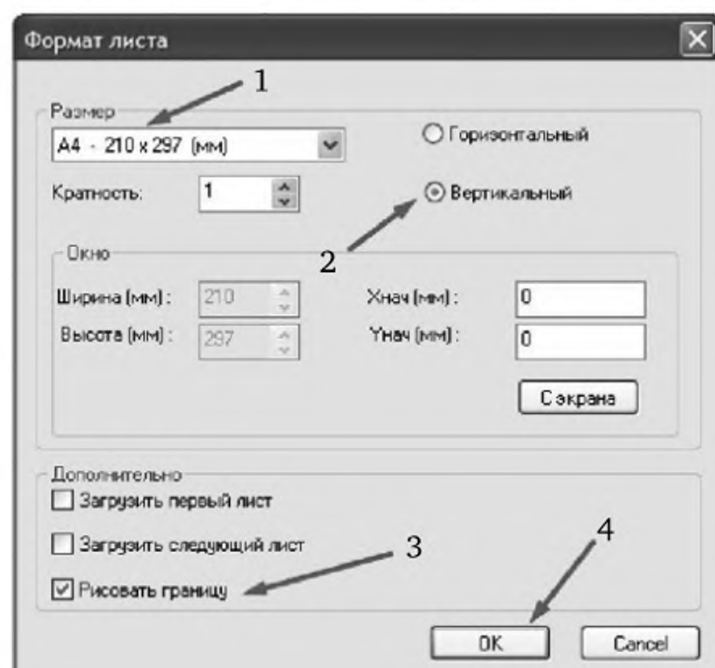
**Установка шага сетки** производится нажатием на клавишу **G** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести с клавиатуры новое значение шага сетки и нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER**. По умолчанию шаг сетки равен 5 мм.



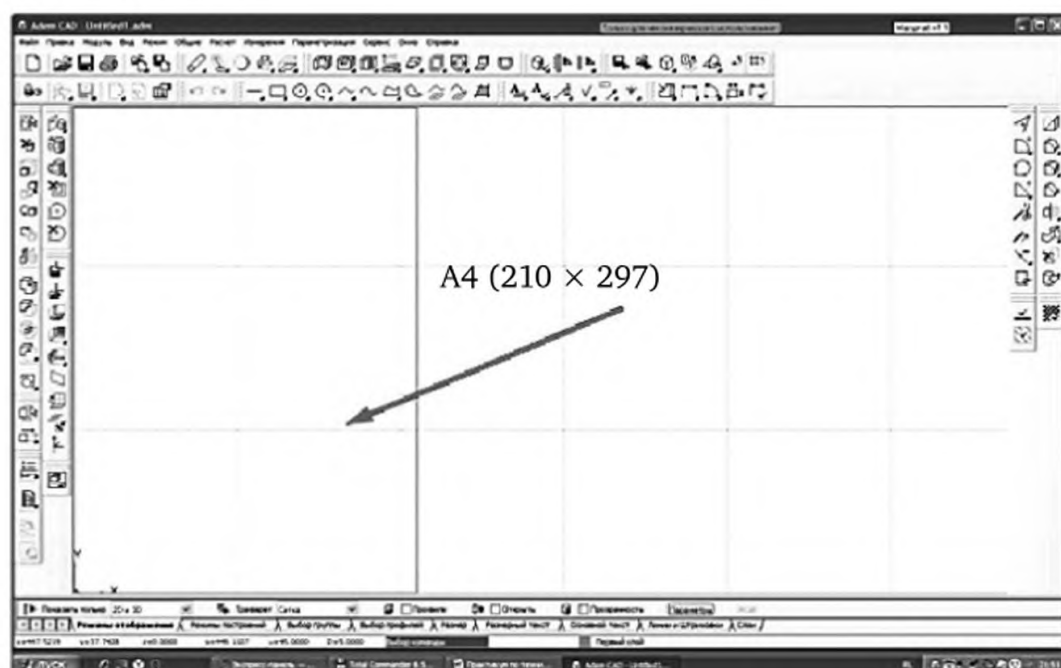
**Выбор формата листа.** Для выполнения проектирования выбрать формат листа. Подвести курсор к кнопке **Режим** в самом верхнем ряду команд, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Формат листа** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку мыши.



На экране появится табличка **Формат листа**. Подвести курсор к стрелке справа от окошка с надписью **Задан пользователем** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к нужной строке с размерами формата (на схеме это **A4 — 210 × 297 мм**), отпустить левую кнопку мыши. Установить расположение **Вертикальный** (2). Переместить курсор к окошку слева от надписи **Рисовать границу** (3) и нажать левую кнопку мыши. Подвести курсор к клавише **OK** (4) на табличке и щелкнуть левой кнопкой мыши.



На рабочем поле появится вертикально расположенная рамка зеленого цвета размерами 210 × 297 мм, в которой будет выполняться проектирование.






**Тип линии.** По умолчанию тип линии — сплошная основная.

**Масштаб.** По умолчанию масштаб 1:1.

**Стандарт.** По умолчанию ЕСКД.

**Точность.** По умолчанию единицы измерения — миллиметры, точность — 2 знака после запятой.


**Установка типа курсора.** Система поддерживает 3 различных вида курсора. Для переключения вида курсора используются следующие комбинации клавиш:

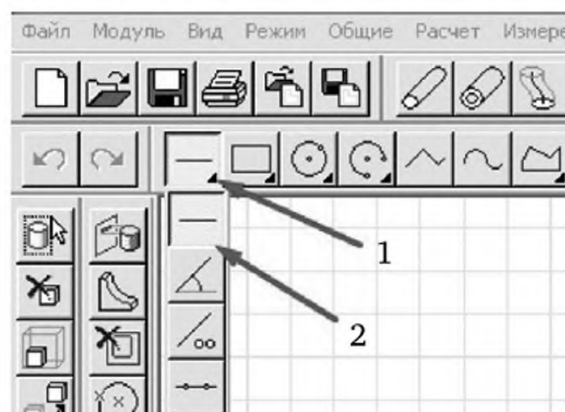
Вид курсора	Описание	Комбинация клавиш
	Указатель мыши, установленный в Windows	Shift+1
	Большое перекрестие (проходит через всю графическую область)	Shift+2
	«Кульман»	Shift+0


### 3. Выполнение построений

#### 3.1. Отрезок

**Упражнение 1.** Построить горизонтальный отрезок длиной примерно 50 мм (по клеткам сетки), тип линии — **Основная**.

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Отрезок**  (1).



2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите команду **Отрезок**  (2) из открывающейся панели инструментов.

3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.

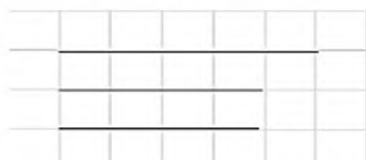
4. Переместите курсор в место начала отрезка на поле чертежа, в левом верхнем углу формата (см. пример выполнения задания), и щелкните левой кнопкой мыши.

5. Переместите курсор по горизонтали по клеткам сетки из точки 1 в точку 2 примерно на 50 мм и повторно щелкните левой кноп-


кой мыши. На экране появится отрезок прямой черного цвета расположенный горизонтально.

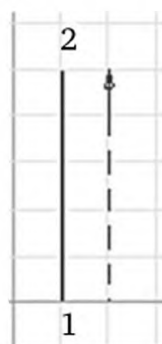


Построить две параллельные горизонтально расположенные линии длиной 40 мм, разместив их под построенным ранее отрезком (см. пример выполнения задания, поз. 1).

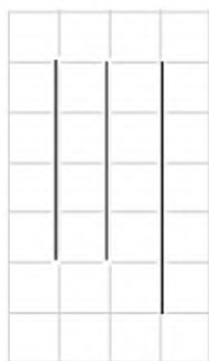


**Упражнение 2.** Построить вертикальный отрезок длиной 50 мм.

Подведите курсор к кнопке **Отрезок**  и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор в место начала отрезка на поле чертежа (см. пример выполнения задания) и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор по вертикали по клеткам сетки из точки 1 в точку 2 примерно на 50 мм и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится отрезок прямой, расположенный вертикально.





Построить две параллельные вертикально расположенные линии длиной 40 мм, разместив их рядом с построенным ранее вертикально расположенным отрезком (см. пример выполнения задания, поз. 2).



### 3.2. Прямоугольник

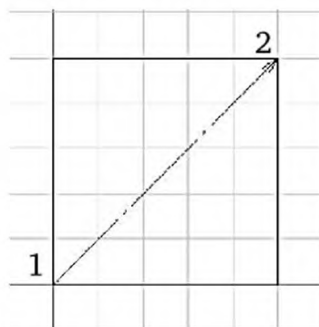
**Упражнение 1.** Построить прямоугольник со сторонами  $50 \times 50$  мм (по клеткам сетки).

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Прямоугольник**  (1).
2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите команду **Прямоугольник**  (2) из открывающейся панели инструментов.
3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.

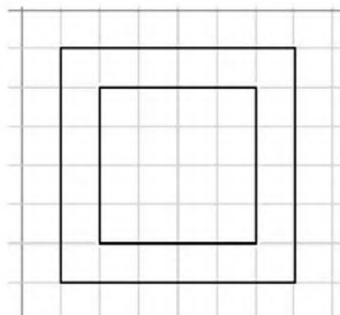


4. Переместите курсор в место нахождения одного угла прямоугольника на поле чертежа (см. пример выполнения задания), щелкните левой кнопкой мыши.

5. Переместите курсор по диагонали в местонахождение другого угла прямоугольника по клеткам сетки (5 клеток на 5 клеток, при шаге клетки 10 мм) и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится фигура прямоугольник (поз. 3).




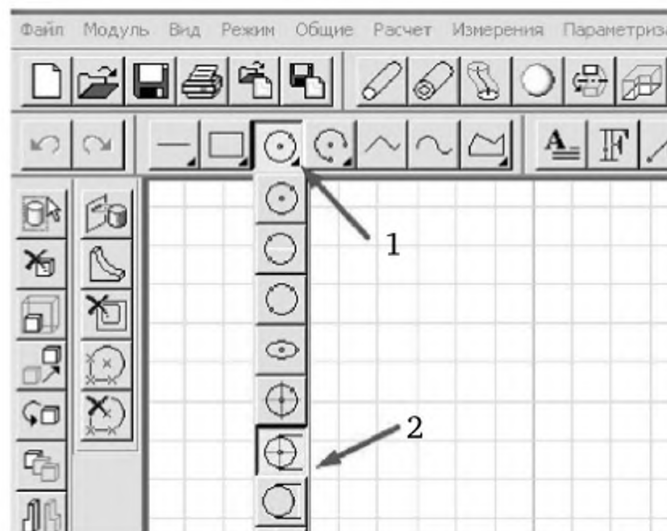
**Упражнение 2.** Построить два concentrically расположенных прямоугольника, один со сторонами  $60 \times 60$  мм, другой со сторонами  $40 \times 40$  мм (см. пример выполнения задания, поз. 4).




### 3.3. Окружность

**Упражнение 1.** Построить окружность с осями симметрии диаметром 50 мм.

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность**  (1).

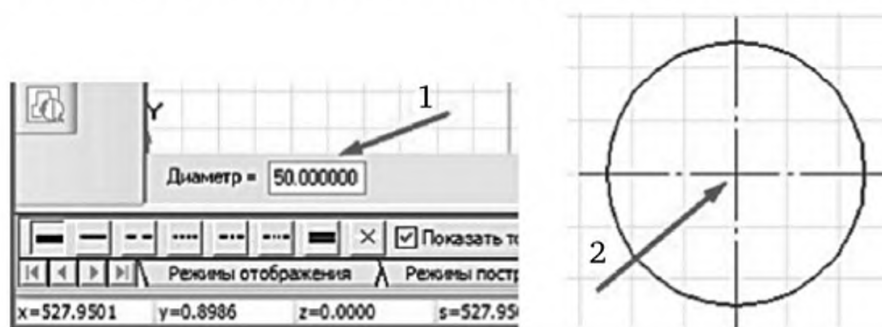


2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите команду **Окружность заданного диаметра с осями симметрии**  (2) из открывающейся панели инструментов.

3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.


4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, введите значение диаметра окружности 50 мм (1) и нажмите клавишу **ENTER**.

5. Укажите курсором и нажатием левой кнопки мыши месторасположение центра окружности 2 (см. пример выполнения задания, поз. 5). На рабочем поле появится изображение окружности.

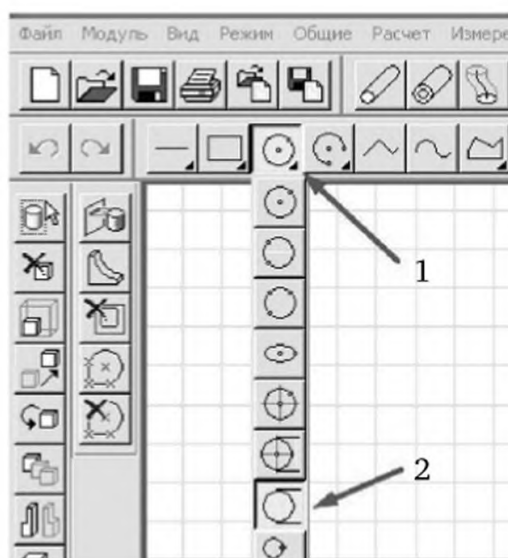


Построить две рядом расположенные окружности с осями симметрии, одну диаметром 55 мм, другую диаметром 45 мм (см. пример выполнения задания, поз. 6).

**Упражнение 2.** Построить окружность без осей симметрии диаметром 10 мм.

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность**  (1).



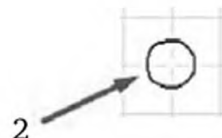


2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите **Окружность заданного диаметра** (2) из открывающейся панели инструментов.

3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.

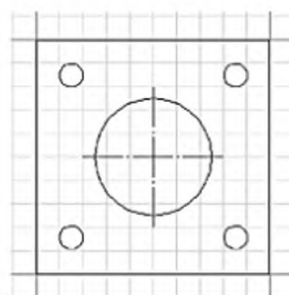
4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, введите значение диаметра окружности 10 мм (1) с клавиатуры и нажмите клавишу **ENTER**.

5. Укажите курсором и нажатием левой кнопки центр расположения окружности (см. пример выполнения задания). На рабочем поле появится изображение окружности 2.




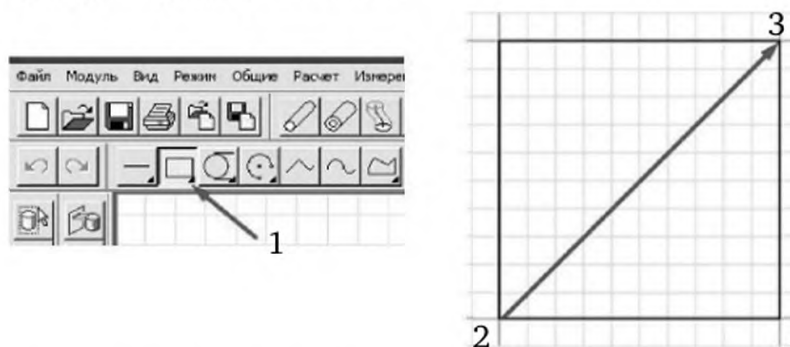
Построить две окружности, одну диаметром 40 мм, другую диаметром 20 мм (см. пример выполнения задания, поз. 7).



**Упражнение 3.** Создать чертежный вид детали «Пластина» прямоугольной формы размерами 100 × 100 мм с центральным отверстием с осями симметрии диаметром 50 мм и 4 отверстиями в углах диаметром 10 мм согласно эскизу (поз. 8).

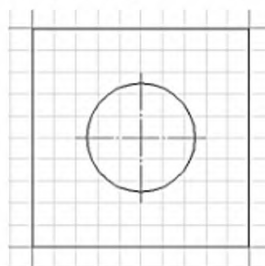






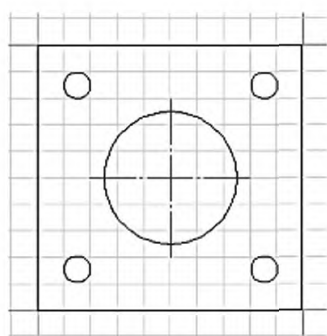
Построение начинается с образования внешнего прямоугольного контура. Подведите курсор к кнопке **Прямоугольник**  (1) на панели инструментов и щелкните левой кнопкой мыши. Переместите курсор в место нахождения левого нижнего угла прямоугольника (2) на поле чертежа, щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор по диагонали в место нахождения правого верхнего угла прямоугольника (3) по клеткам сетки с образованием сторон 100 на 100 мм, повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится фигура прямоугольник.



Для построения окружности в центре фигуры подведите курсор к кнопке **Окружность**  на панели инструментов и нажмите левую кнопку мыши, удерживая ее, выберите вид окружности команду **Окружность заданного диаметра с осями симметрии**  из выпадающего меню, отпустите левую кнопку мыши. В поле **Диаметр** в левой нижней части экрана, введите с помощью клавиатуры значение диаметра окружности 50 мм и нажмите клавишу **ENTER**. Переместите курсор в центр прямоугольника и щелкните левой кнопкой мыши. В центре прямоугольника появится изображение окружности с осями симметрии диаметром 50 мм.

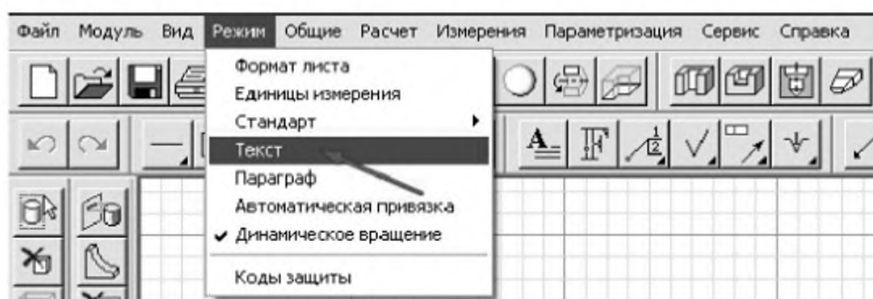


Подведите курсор к кнопке **Окружность**  на панели инструментов и нажмите левую кнопку мыши, удерживая ее, выберите вид окружности **Окружность заданного диаметра без осей симметрии**  из выпадающего меню, отпустите левую кнопку мыши. В поле **Диаметр** в левой нижней части экрана, введите с помощью клавиатуры значение диаметра окружности 10 мм и нажмите клавишу **ENTER**. Перемещайте курсор в предполагаемые места нахождения центров окружностей в углах изображения и нажимайте левую кнопку мыши. На экране появятся изображения окружностей без осей симметрии диаметром 10 мм.

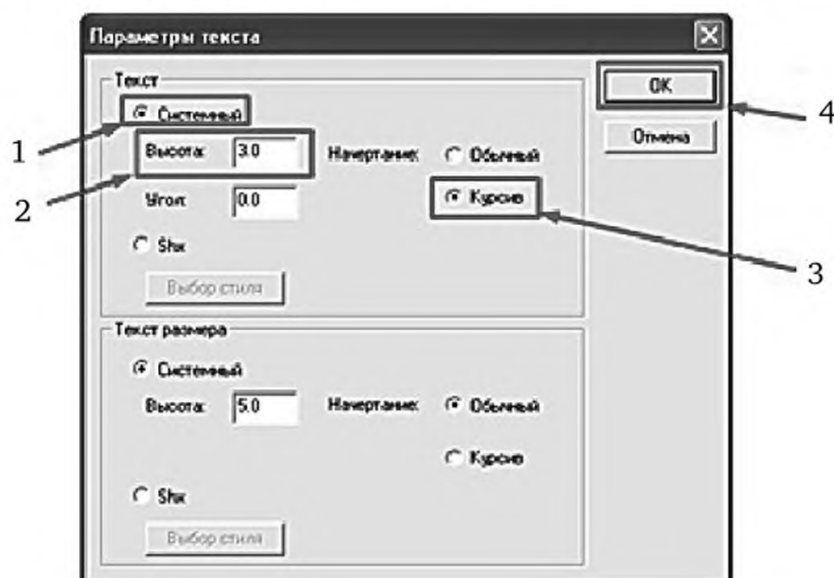



#### 4. Нанесение надписи

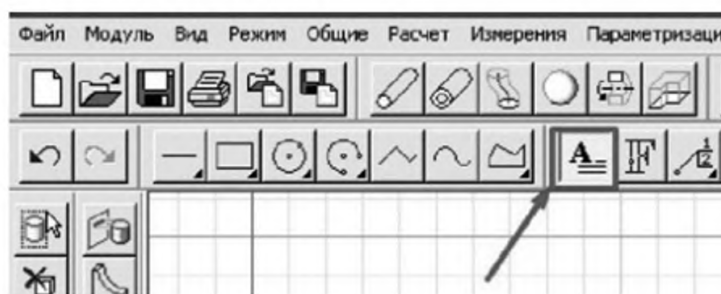
Для выполнения текста на рабочем поле необходимо заранее определить его параметры. Для чего выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Режим** и из выпадающего контекстного меню выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Текст**.




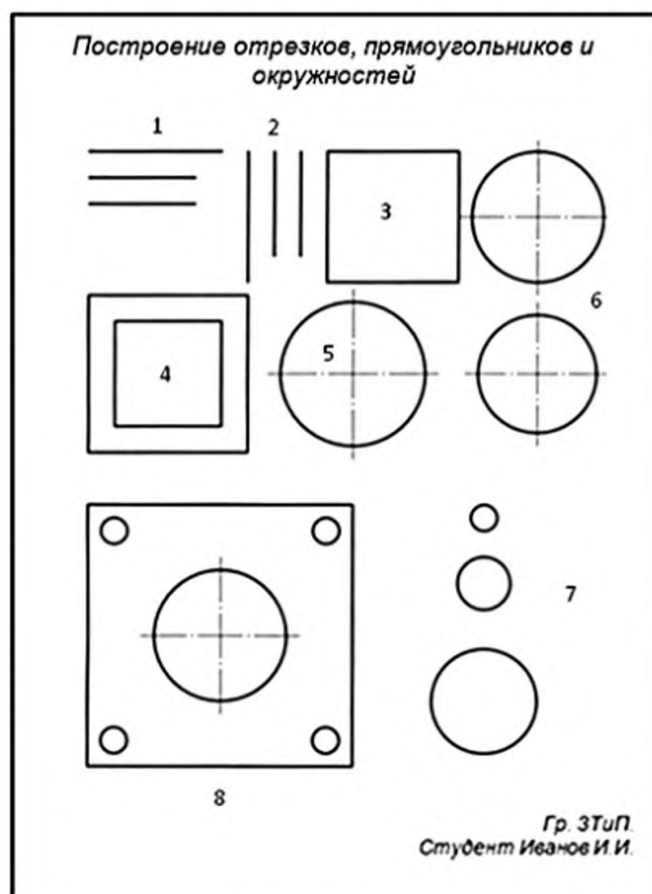
На открывшемся табло **Параметры текста** в группе команд **Текст** выделить **Системный** (действие 1), высоту шрифта установить в окне **Высота** (действие 2). В группе команд **Начертание** указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши установить команду **Курсив** (текст со стандартным наклоном) (действие 3) или **Обычный** (текст без наклона), и указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по команде **ОК** (действие 4) фиксировать выбранные данные.



Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Текстовая строка** .

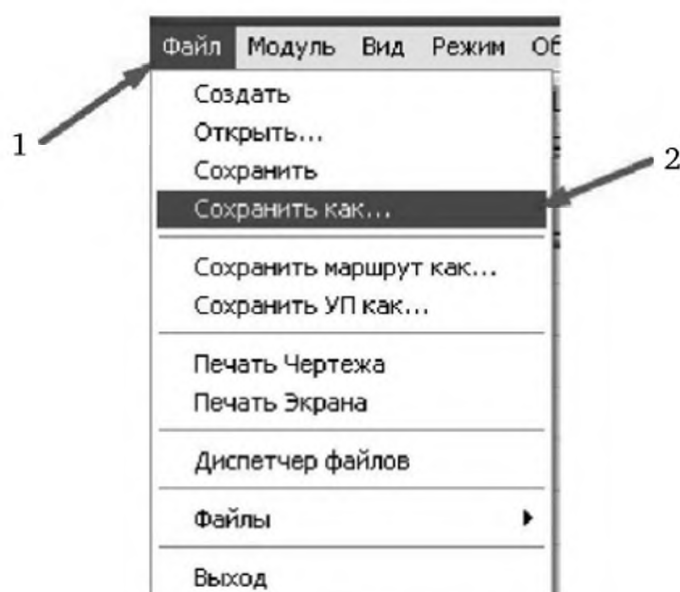


Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши нижнюю точку начала строки, появится уголок синего цвета, указывающий месторасположение начала вводимого текста. С помощью клавиатуры наберите — название работы, группу, свою фамилию и инициалы (см. пример выполненной работы). После завершения ввода повторно нажать кнопку **Текстовая строка** . Образец выполненной работы показан на рисунке.

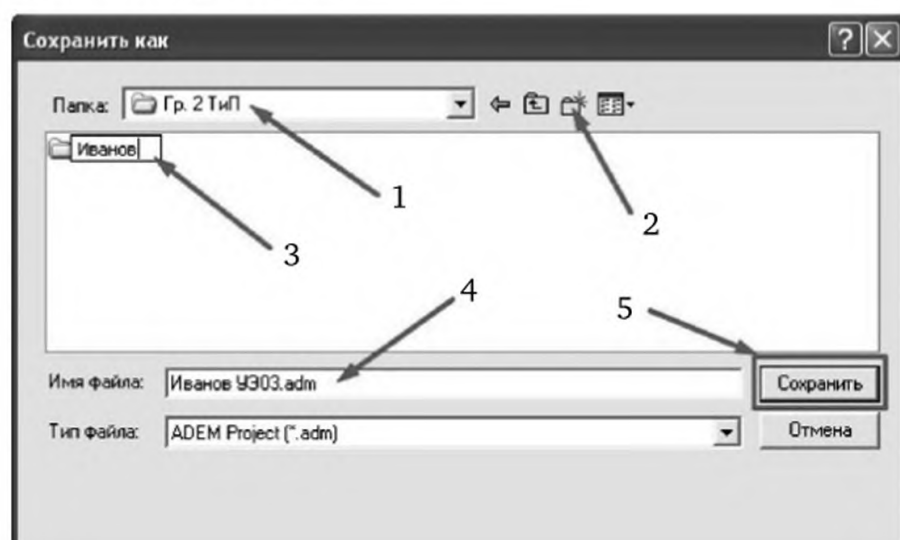


## 5. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом.



Отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте папку своей группы (1).



Создайте свою папку (2 и 3), присвоив ей имя по своей фамилии, например **Иванов**. Откройте ее и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером учебного элемента, например **Иванов УЭ01** (4 и 5).

### Учебный элемент УЭ 02

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модуль:** МБ1. 2D-построения.

**Наименование учебного элемента:** 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM 9.0 в модуле CAD осуществлять выбор типа линий и выполнять построения:

- дуг;
- ломаных линий;
- сплайнов;
- замкнутых контуров;
- правильных многоугольников.

### Оборудование, компьютерные программы:

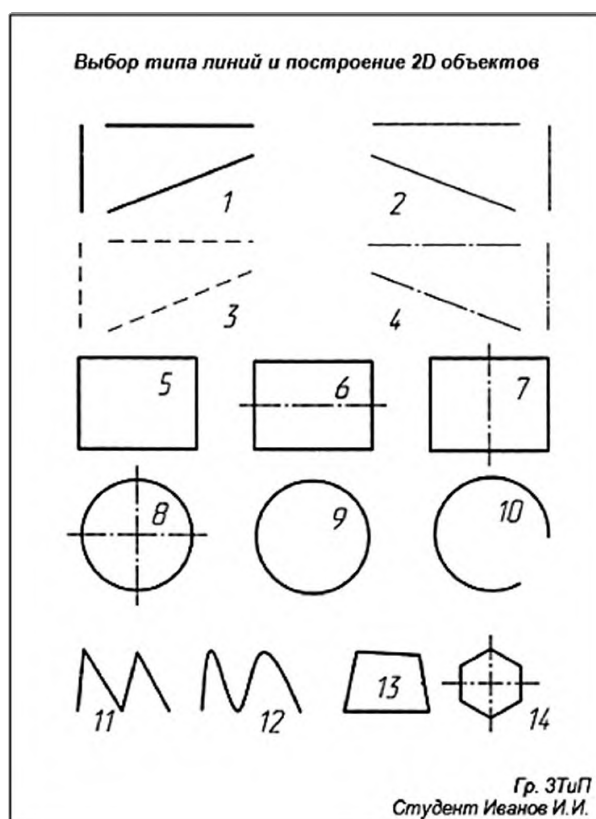
1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023

**Практическая работа.** Выбор типа линий и построение 2D-объектов. Отрезки, прямоугольники, окружности, ломаная линия, сплайн, замкнутый контур, правильный многоугольник.

Выполнить практическую работу в соответствии с методическими указаниями приведенными ниже. Что придется выполнить, изображено на рисунке.



Включите компьютер, подведите курсор к ярлыку программы ADEM на рабочем столе и дважды щелкните левой кнопкой мыши.

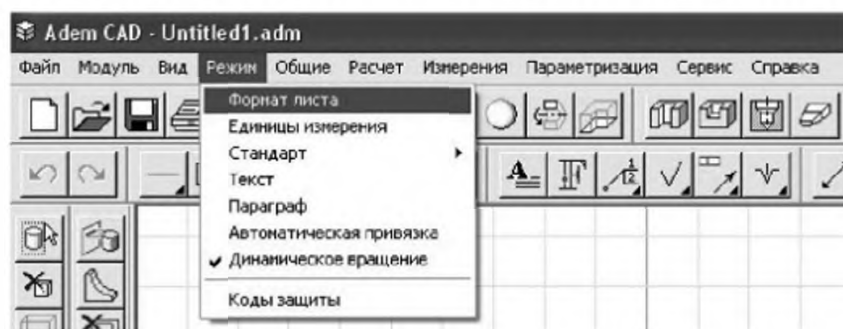
## 1. Работа с файлами

Создание новой разработки начинается с команды **Создать**. Указанием курсора и нажав и удерживая левую кнопку мыши на команде **Файл** (1) в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню выделить команду **Создать** (2), фон имени команды изменится на синий, отпустить левую кнопку мыши.

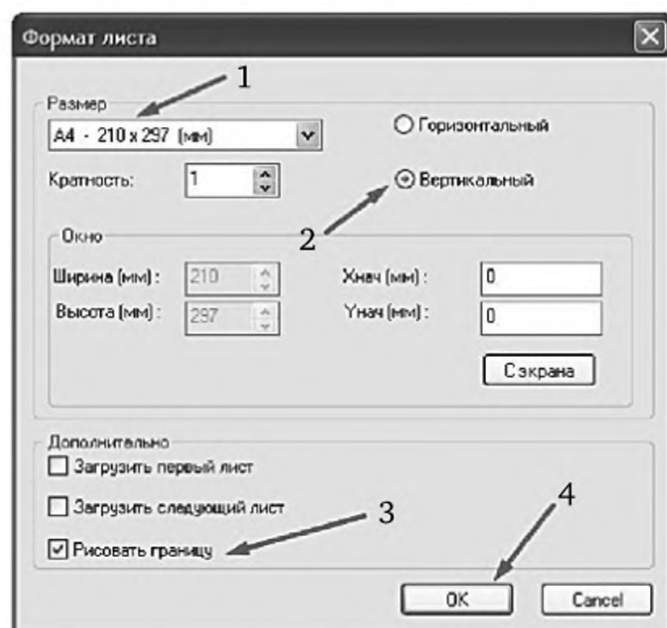


## 2. Настройка параметров чертежа

**Выбор формата листа.** Для выполнения проектирования выбрать формат листа. Подвести курсор к кнопке **Режим** в самом верхнем ряду команд, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Формат листа** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку мыши.



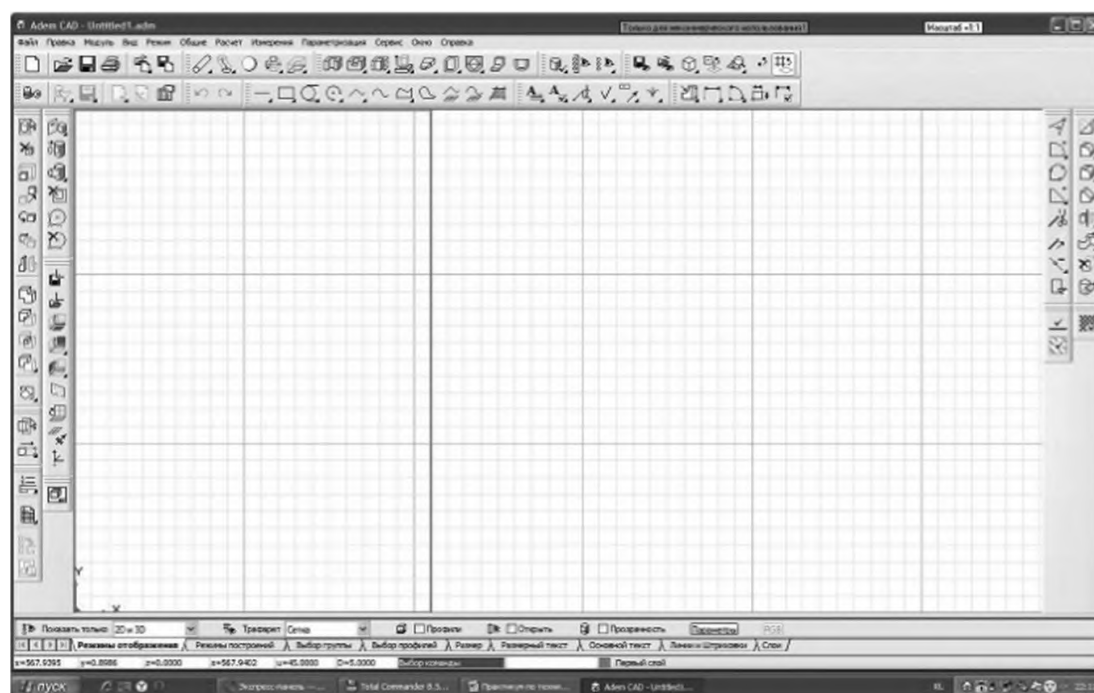
На экране появится табличка **Формат листа**.





Подвести курсор к стрелке справа от окошка с надписью **Задан пользователем** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к нужной строке с размерами формата (на схеме это А4 —  $210 \times 297$  мм), отпустить левую кнопку мыши. Установить расположение **Вертикальный** (2). Переместить курсор к окошку слева от надписи **Рисовать границу** (3) и нажать левую кнопку мыши. Подвести курсор к клавише **ОК** (4) на табличке и щелкнуть левой кнопкой мыши.

На рабочем поле появится вертикально расположенная рамка зеленого цвета размерами  $210 \times 297$  мм, в которой будет выполняться проектирование.




**Установка шага сетки.** По умолчанию шаг сетки равен 10 мм. Изменение шага сетки производится нажатием на клавишу **G** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести с клавиатуры новое значение шага сетки и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.


**Установка шага курсора.** Значение шага движения курсора по умолчанию установлено 5 миллиметров. Чтобы задать другую величину шага движения курсора, требуется нажать клавишу **D** на клавиатуре, внизу экрана появится строка ввода значений. В поле **Шаг** ввести с клавиатуры новое значение шага курсора и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.

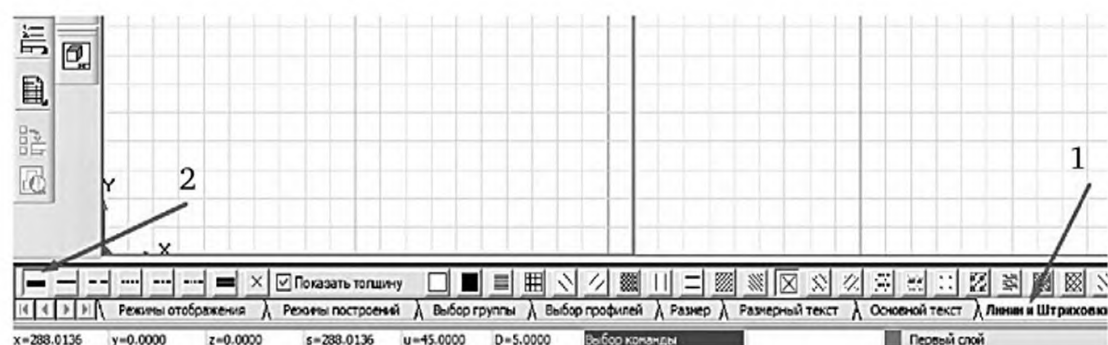
### 3. Построения 2D (плоских) элементов

#### 3.1. Выбор типа линии

При создании элементу присваиваются атрибуты, которые являются текущими (выбраны на панели инструментов) на момент его

создания. По умолчанию текущей является тип линии **Основная** . При выполнении этого задания используются различные виды линий, которые необходимо установить перед построением каждого элемента.

Для задания нужного типа линии откройте закладку **Линии и штриховки** (1), подведите курсор к кнопке  (2) и нажмите левую кнопку мыши. Откроется клавиатура с пиктограммами для разных типов линий, применяемых в построениях — **Сплошная основная**, **Сплошная тонкая**, **Штриховая**, **пунктирная**, **Штрихпунктирная**, **Сплошная удвоенная**.





Не отпуская, подведите курсор к нужной команде и отпустите левую кнопку мыши.

Если изображение выполняется **Сплошной основной** линией, то линии будут черного цвета, для остальных типов линий — синего цвета.

#### Изменение типа линий элементов

При необходимости тип линии уже выполненного контура можно изменить, для чего:

1. Нажать на кнопку  **Тип линий** на панели инструментов **Типы линий**, и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, выбрать нужный тип линий. Название типа линий дублируется текстом в нижнем левом углу экрана.


2. Нажать кнопку **Изменение типа линий**  на панели инструментов.

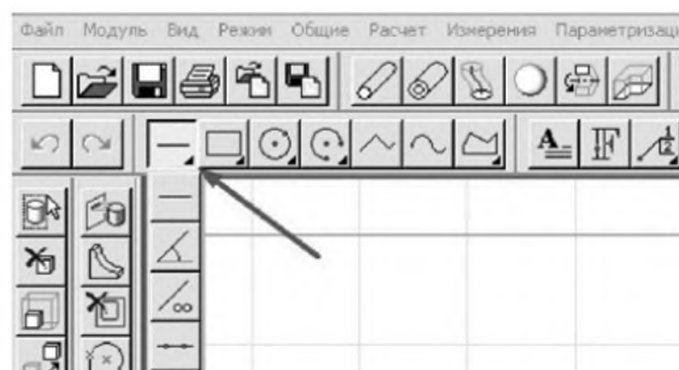
3. Указать курсором элементы, на которых необходимо изменить тип линии, они изменят цвет на красный.

4. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре. Тип линии на указанных элементах изменится на выбранный.

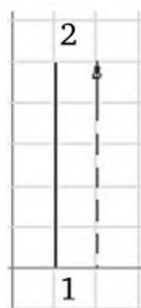
### 3.2. Отрезки

**Упражнение 1.** Построить вертикальный отрезок длиной примерно 30 мм (по клеткам сетки), тип линии — **Основная**.

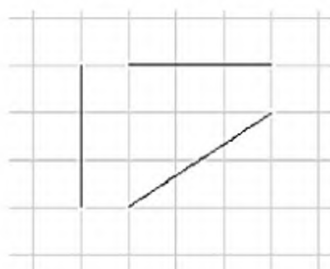
1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Отрезок**  на панели инструментов **2D Объекты**.





2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите команду **Отрезок** из открывающейся панели инструментов.
3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.
4. Переместите курсор в место начала отрезка на поле чертежа, в левом верхнем углу формата (см. пример выполнения задания, объект 1), и щелкните левой кнопкой мыши.
5. Переместите курсор по горизонтали по клеткам сетки примерно на 30 мм и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится отрезок прямой черного цвета, расположенный вертикально.




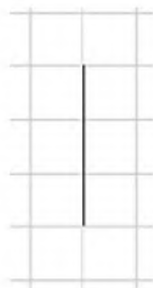
**Задание для самостоятельной работы.** Построить горизонтально и наклонно расположенные линии длиной 30 мм (см. пример выполнения задания, объект 1). Тип линии — сплошная основная.



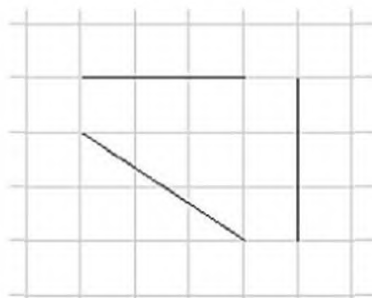
**Упражнение 2.** Построить вертикальный отрезок длиной 30 мм. Тип линии сплошная тонкая.

Подведите курсор к кнопке  **Тип линии** в правом вертикальном ряду, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде  **Линия сплошная тонкая**, отпустите левую кнопку.


Подведите курсор к кнопке **Отрезок**  и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор в место начала отрезка на поле чертежа (см. пример выполнения задания, объект 2) и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор по вертикали по клеткам сетки примерно на 30 мм и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится отрезок прямой, расположенный вертикально.




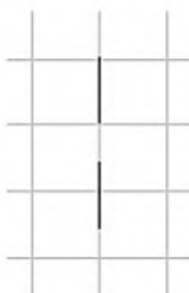
**Задание для самостоятельной работы.** Построить горизонтально и наклонно расположенные линии длиной 30 мм (см. пример выполнения задания, объект 2). Тип линии — сплошная тонкая.



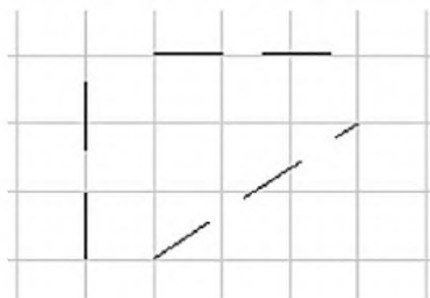
**Упражнение 3.** Построить вертикальный отрезок длиной 30 мм. Тип линии — штриховая.

Подведите курсор к кнопке **Тип линии**  в правом вертикальном ряду, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Штриховая линия**, отпустите левую кнопку.

Подведите курсор к кнопке **Отрезок**  и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор в место начала отрезка на поле чертежа (см. пример выполнения задания, объект 3) и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор по вертикали по клеткам сетки примерно на 30 мм и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится отрезок штриховой линии, расположенный вертикально.



**Задание для самостоятельной работы.** Построить горизонтально и наклонно расположенные линии длиной 30 мм (см. пример выполнения задания, объект 3). Тип линии — штриховая.



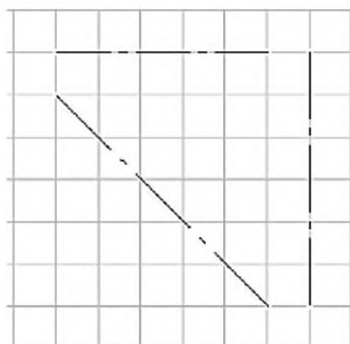
**Упражнение 4.** Построить вертикальный отрезок длиной 30 мм. Тип линии — штрихпунктирная.

Подведите курсор к кнопке **Тип линии** в правом вертикальном ряду, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Штрихпунктирная**, отпустите левую кнопку.

Подведите курсор к кнопке **Отрезок** и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор в место начала отрезка на поле чертежа (см. пример выполнения задания, объект 4) и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор по вертикали по клеткам сетки примерно на 30 мм и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится отрезок штрихпунктирной линии, расположенный вертикально.





**Задание для самостоятельной работы.** Построить горизонтально и наклонно расположенные линии длиной 30 мм (см. пример выполнения задания, объект 3). Тип линии — штрихпунктирная.



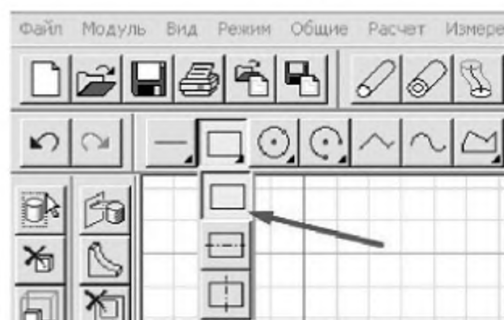
### 3.3. Прямоугольники

**Упражнение 1.** Построить прямоугольник со сторонами  $40 \times 40$  мм (по клеткам сетки).

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Прямоугольник**  на панели инструментов **2D Объекты**.

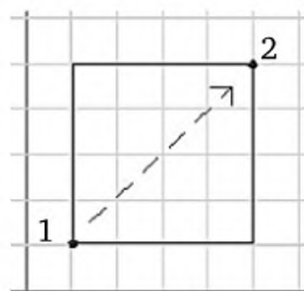
2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите команду **Прямоугольник**  из открывающейся панели инструментов.

3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.

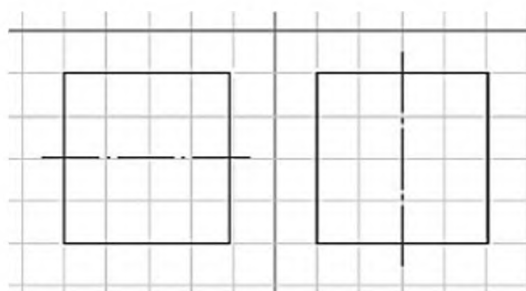


4. Переместите курсор в место нахождения одного угла (точка 1) прямоугольника на поле чертежа (см. пример выполнения задания, объект 5), щелкните левой кнопкой мыши.

5. Переместите курсор по диагонали в местонахождение другого угла (точка 2) прямоугольника по клеткам сетки (4 клетки на 4 клетки, при шаге клетки 10 мм) и повторно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится фигура прямоугольник.




**Задание для самостоятельной работы.** Построить два прямоугольника со сторонами  $40 \times 40$  мм, один с вертикальной, а второй с горизонтальной осями симметрии (см. пример выполнения задания, объекты 6 и 7).

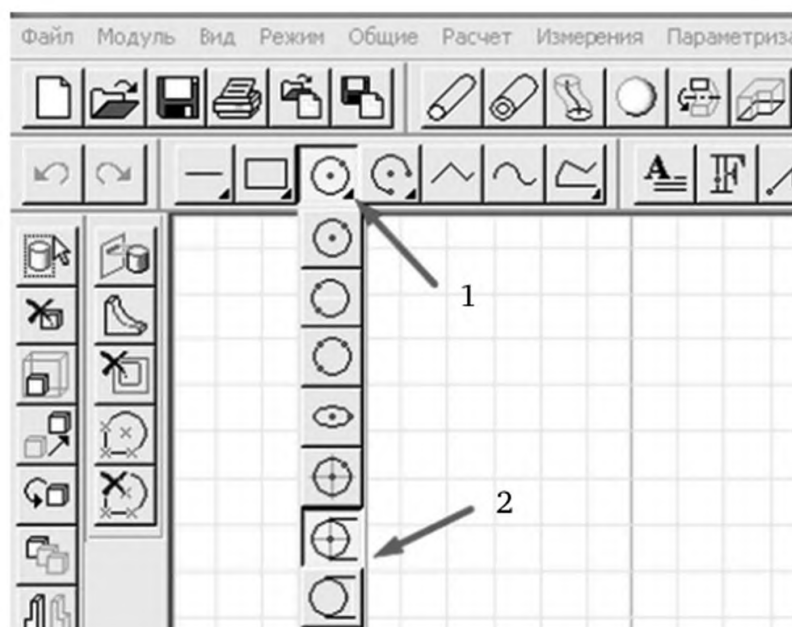





### 3.4. Окружности

**Упражнение 1.** Построить окружность с осями симметрии диаметром 30 мм.

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность**  на панели инструментов **2D Элементы**.

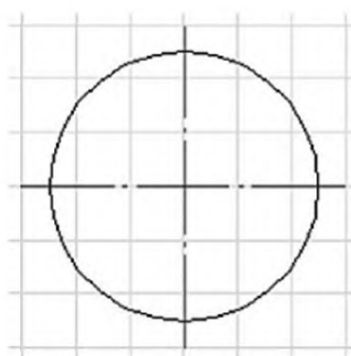


2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите команду **Окружность заданного диаметра с осями симметрии**  из открывающейся панели инструментов.


3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.

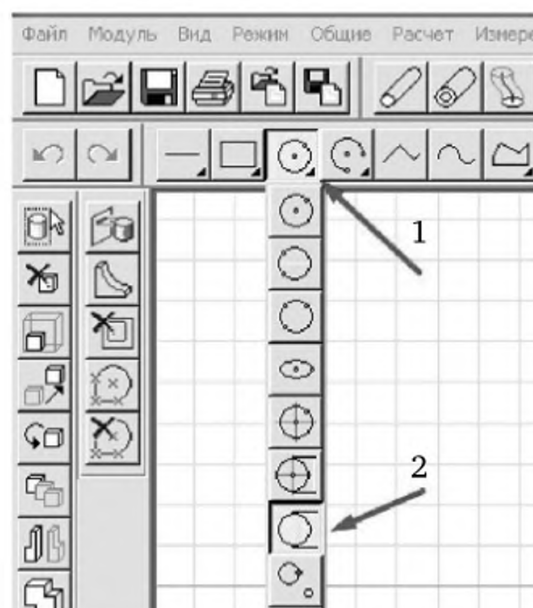
4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, введите значение диаметра окружности 30 мм и нажмите клавишу **ENTER**.


5. Укажите курсором и нажатием левой кнопки мыши месторасположение центра окружности (см. пример выполнения задания, объект 8). На рабочем поле появится изображение окружности.



**Упражнение 2.** Построить окружность без осей симметрии диаметром 30 мм.

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность**  (1).

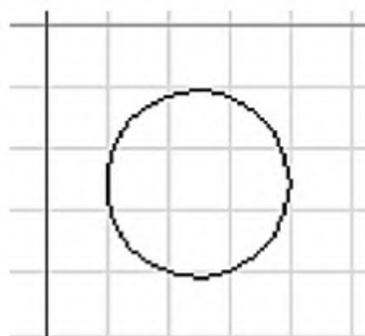


2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выберите **Окружность заданного диаметра**  (2) из открывающейся панели инструментов.



3. Отпустив левую кнопки мыши, включите эту команду.

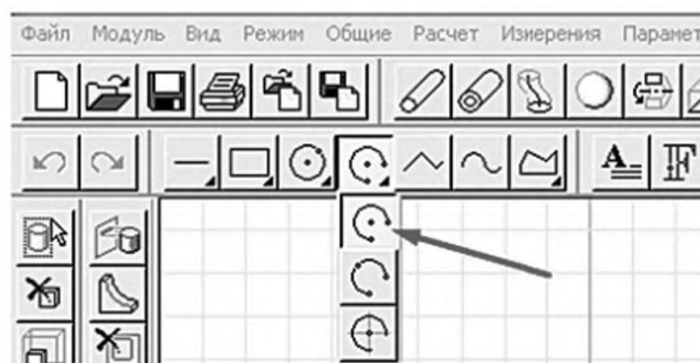
4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, введите значение диаметра окружности 30 мм с клавиатуры и нажмите клавишу **ENTER**.

5. Укажите курсором и нажатием левой кнопки центр расположения окружности (см. пример выполнения задания, объект 9). На рабочем поле появится изображение окружности.



**Упражнение 3.** Построить дугу диаметром 30 мм и углом раствора примерно 150 градусов (см. пример выполнения задания, объект 10).

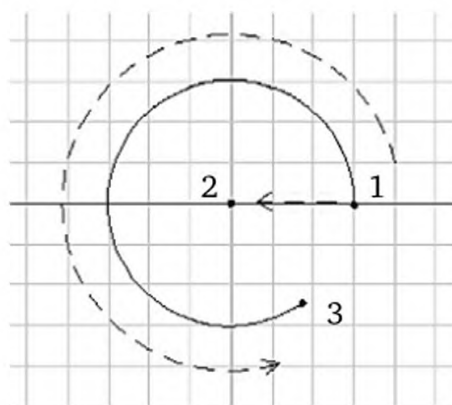
1. Подведите курсор к кнопке **Дуга**  на панели инструментов **2D Объекты** и остановите его на черном треугольнике правом нижнем углу клавиши, нажмите левую кнопку мыши. Откроется клавиатура с пиктограммами для разных типов дуг; удерживая ее, выберите **Дуга Центр**  и отпустите левую кнопку.



2. Укажите начало дуги (точка 1) и ее центр (точка 2) нажатием левой кнопки мыши.


3. Вращением курсора укажите узел (точка 3), определяющий угол раствора дуги примерно 150 градусов, и нажмите левую кнопку мыши.

На рабочем поле появится изображение дуги с установленными центром, диаметром и углом раствора.

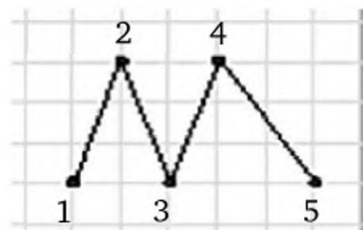
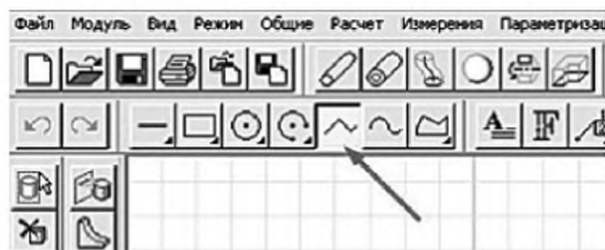


### 3.5. Ломаная линия

Чтобы построить ломаную линию (см. пример выполнения задания, объект 11):

1. Подведите курсор к кнопке **Ломаная линия**  на панели инструментов **2D Объекты** и включите эту команду нажатием левой кнопки мыши.


2. Последовательно, перемещением курсора и нажатием левой кнопки мыши, укажите все узлы (1, 2, 3, 4, 5) ломаной линии. После указания последней точки нажмите клавишу **ESC** на клавиатуре.



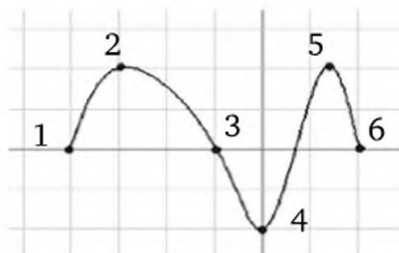
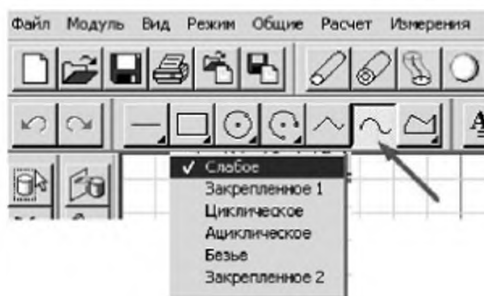
На экране появится изображение волнистой линии.

### 3.6. Сплайн

Чтобы построить сплайн (см. пример выполнения задания, объект 12):

1. Подвести курсор к кнопке **Сплайн**  на панели инструментов **2D Объекты** и включить эту команду нажатием левой кнопки мыши. Указанием курсора из выпадающего контекстного меню выбрать **Слабое**, левую кнопку мыши отпустить.


2. Перемещением курсора и щелчками левой кнопки мыши выделить узлы волнистой линии (1, 2, 3, 4, 5, 6). После указания последней точки нажать клавишу **ESC** на клавиатуре.

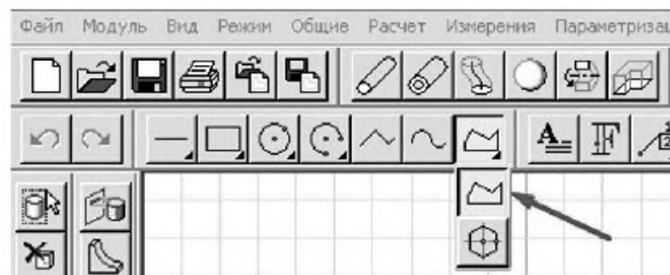


На экране появится изображение волнистой линии.

### 3.7. Замкнутые контуры

**Упражнение 1.** Построить замкнутый контур произвольной конфигурации (см. пример выполнения задания, объект 13):

1. Подведите курсор к кнопке **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты** и включите эту команду нажатием левой кнопки мыши.





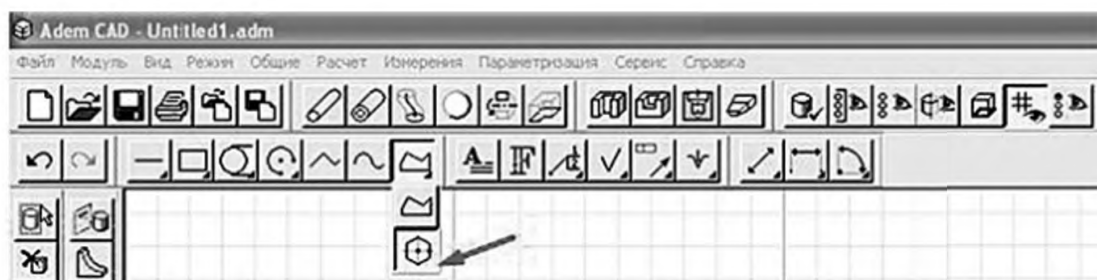
2. Укажите последовательно перемещением курсора и нажатием левой кнопки мыши все узлы (1, 2, 3, 4, 5) замкнутого контура. Нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения построения. Начальный и конечный узлы контура будут соединены прямолинейным сегментом.



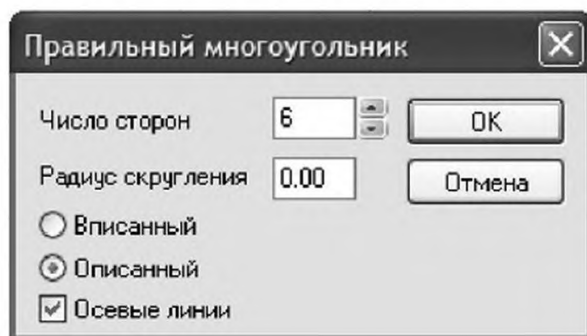
**Упражнение 2.** Построить правильный шестиугольник, описанный вокруг окружности диаметром 30 мм (см. пример выполнения задания, объект 14).

1. Выполните построение окружности без осей симметрии диаметром 30 мм (см. 8.3.3, упражнение 2).

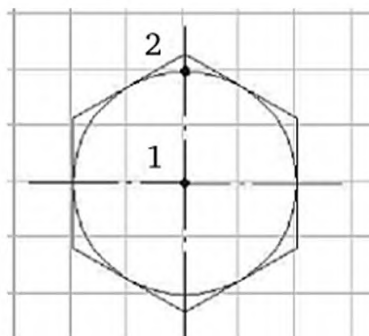
2. Подведите курсор к кнопке **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты** и остановите его на черном треугольнике правом нижнем углу клавиши, нажмите левую кнопку мыши. Откроется клавиатура с пиктограммами; удерживая ее, выберите кнопку **Многоугольник с осями симметрии**  и отпустите левую кнопку мыши.



3. На появившемся табло задайте число сторон многоугольника 6 в поле **Число сторон**, выберите вид построения **Описанный**, добавьте **Осевые линии** и нажмите кнопку **ОК**.

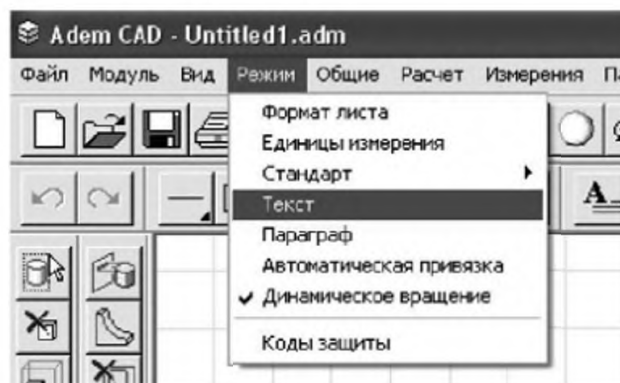


4. Перемещением курсора и поочередным нажатием левой кнопки мыши укажите центр вспомогательной окружности (1) и точку (2) на окружности, через которую должна проходить одна из осей симметрии. Будет построен описанный многоугольник, одна из его осей симметрии будет проходить через указанные точки.

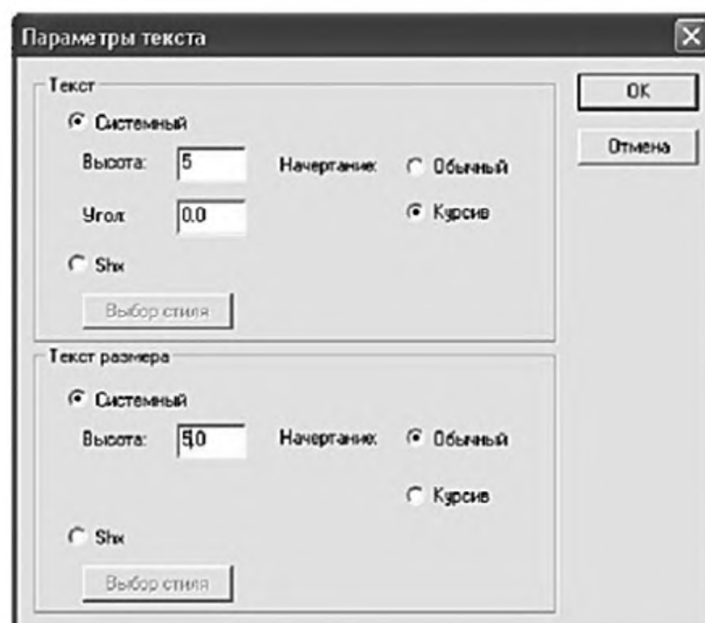


#### 4. Нанесение надписи

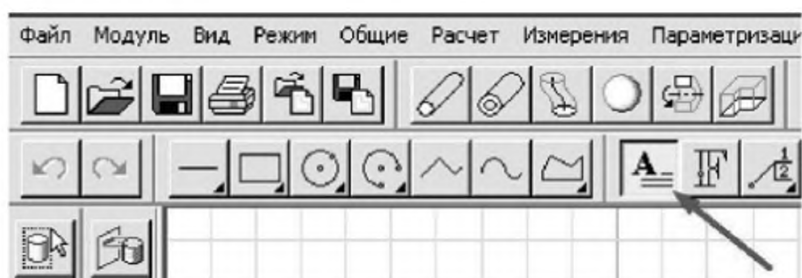
Подведите курсор к кнопке **Режим** в самом верхнем ряду команд, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Текст** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом.



Отпустите левую кнопку, на экране появится табличка **Параметры текста**. В части **Системный** в окне **Высота** проставьте величину 5, в части **Начертание** выделите **Курсив** и нажмите курсором клавишу **ОК**.

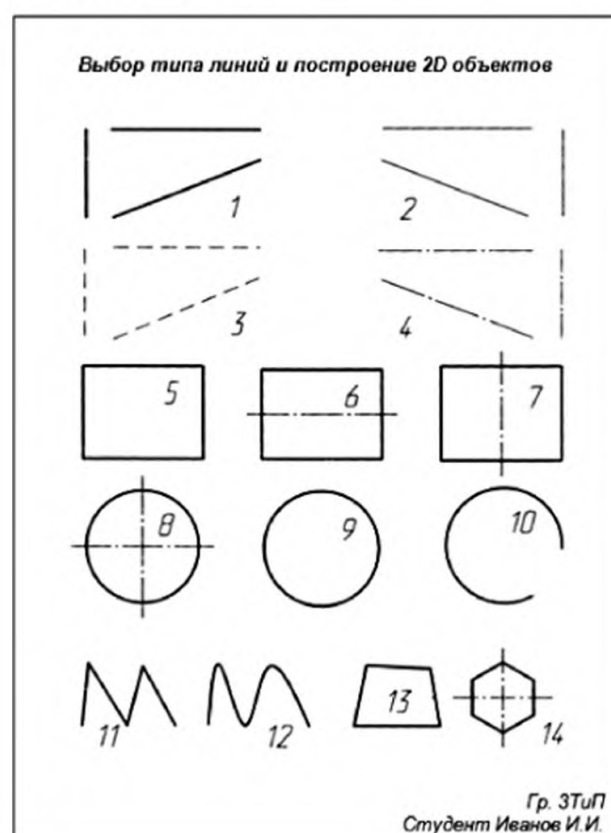


Подведите курсор к кнопке **Текстовая строка** , щелкните левой кнопкой мыши.



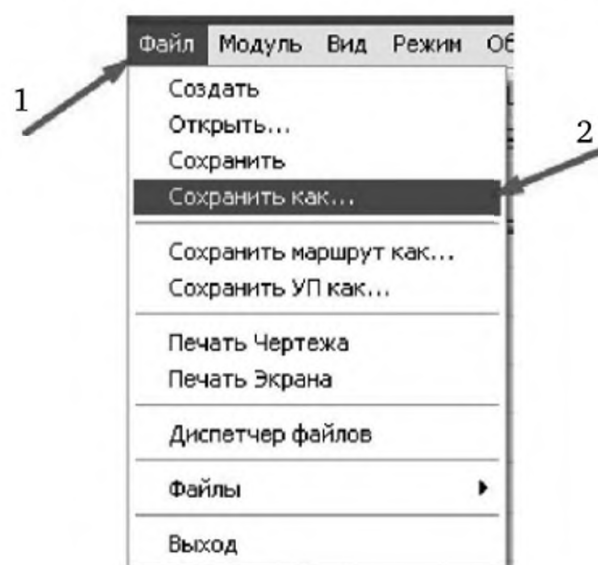


Подведите курсор к свободному месту на формате и щелкните левой кнопкой мыши в месте начала текста. С помощью клавиатуры наберите название работы, группу, свою фамилию и инициалы (см. пример выполненной работы).

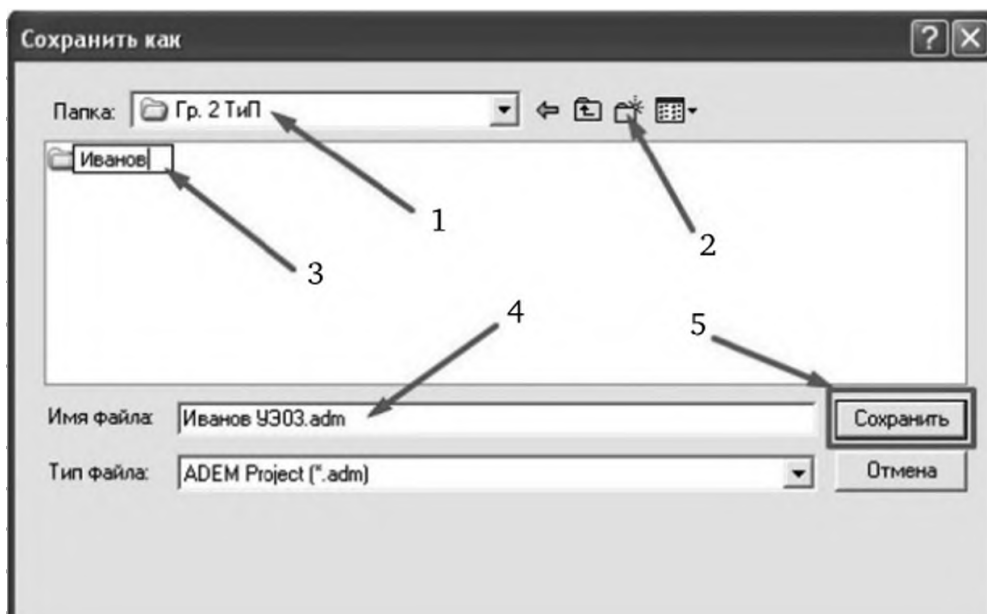


## 5. Сохранение выполненной разработки

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом.



Отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте папку своей группы (1).



Откройте свою именную папку и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером УЭ02, например **Иванов УЭ02**.

### Учебный элемент УЭ 03

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модуль:** МБ2. 2D-построения.

**Наименование учебного элемента:** 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM 9.0 в модуле CAD осуществлять управление 2D-изображениями:

- удаление;
- масштабирование;
- перенос;
- поворот;
- копирование;
- зеркальное отражение.

А также выполнять редактирование 2D-изображений:

- скруглять углы дугой;
- создавать фаски на углах замкнутых и незамкнутых контуров;
- выполнять обрезку элементов.

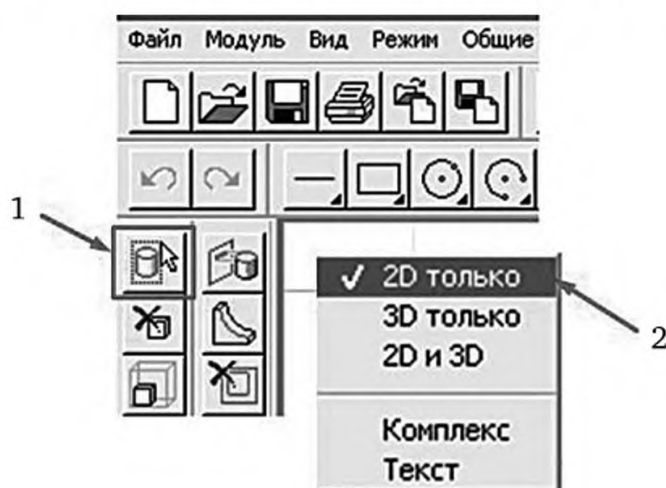
**Оборудование, компьютерные программы:**

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 02. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.

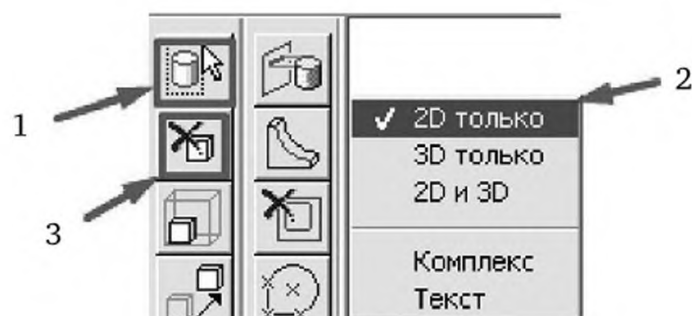
В модуле CAD системы ADEM можно выполнять следующие команды управления изображениями: **Масштабирование, Перенос, Поворот, Копирование, Удаление**. Перед выполнением операций управления, изображение необходимо активировать. Это выполняется указанием курсора на команду **Включение элементов в группу** (1), нажав и удерживая левую кнопку мыши, в открывшемся контекстном меню указанием курсора, выделить команду **2D только** (2), после этого фон имени команды изменится на синий.



Для активации изображения для дальнейших действий по управлению нажатием левой кнопки мыши и перемещением курсора необходимо выделить изображение и отпустить левую кнопку мыши, линии контура изображения изменят цвет на красный. С выделенным элементом можно выполнять операции управления. Чтобы снять выделение, нужно повторно нажать кнопку **Выбор элемента** (1).


### 1. Удаление элементов


1. Нажать кнопку **Выбор элемента** (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только** (2), перевести курсор на необходимый объект и нажать левую кнопку мыши. Выбранный контур окрасится в красный цвет.
2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Удалить** (3) на панели инструментов **Операции с группами объектов**. Выбранные элементы будут удалены.

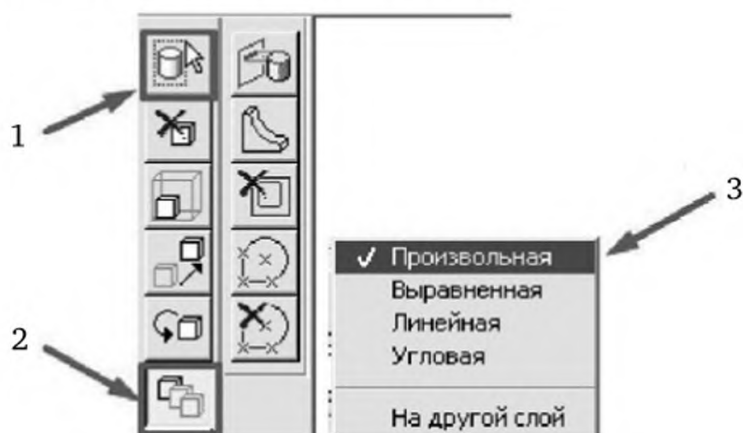


## 2. Копирование элементов


Команда **Копия** позволяет создавать копии плоских объектов. В ADEM реализованы несколько методов копирования. В этом курсе разбирается наиболее часто применяемый способ **Произвольное копирование**.

3. Нажать кнопку **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

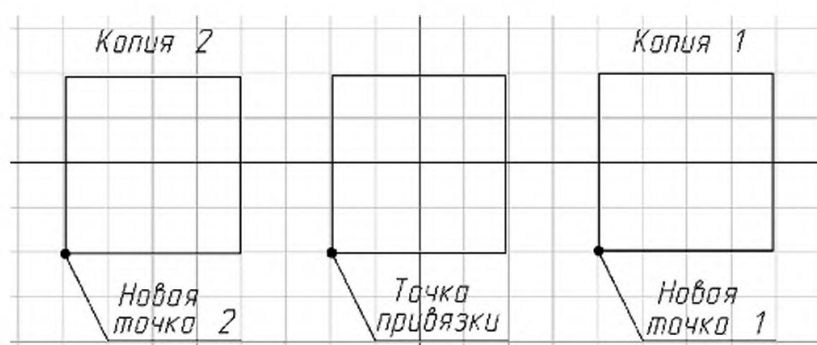
4. Нажать и удерживать кнопку **Копирование группы элементов**  (2). В дополнительном меню выбрать команду **Произвольная** (3) и отпустить левую кнопку мыши.



5. В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Исходная точка?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши исходную точку. В строке состояния появится запрос **Положение/TAB**. Указать курсором и зафиксировать щелчком левой кнопки мыши положение копии элемента.


6. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Для снятия выделения скопированного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .


Для закрепления полученных знаний выполнить построение прямоугольника размером 40 × 40 мм, сделать две копии, разместив их слева и справа от оригинала (см. рис.).

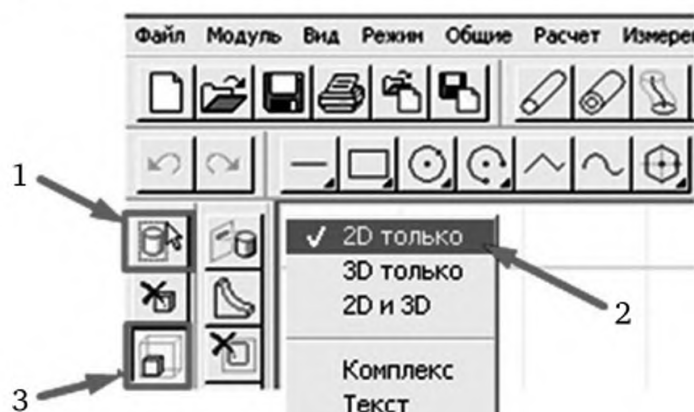


### 3. Масштабирование изображений

Команда **Масштабирование** позволяет уменьшать и увеличивать изображения.

1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений (1), из выпадающего меню выбрать команду **2D только** (2), перевести курсор на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

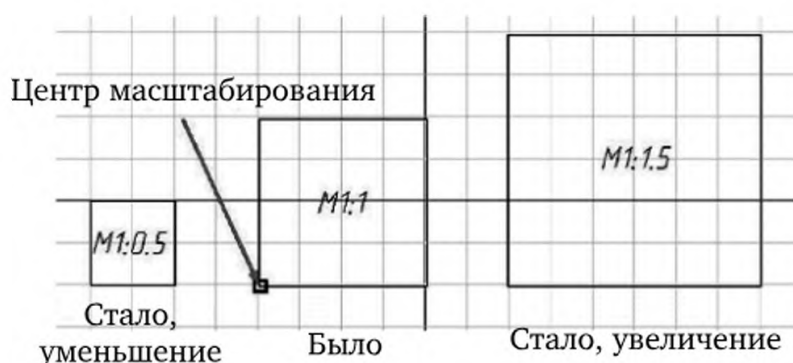
2. Нажать кнопку **Масштабирование**  (3) и указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши определить центр масштабирования на изображении.




3. На панели состояния, в нижней части экрана, на синем фоне появится подсказка **Введите число**. На табло, слева внизу в ячейке **Масштаб**, ввести нужное число (больше 1 — увеличение изображения, меньше 1 — уменьшение изображения) и нажать кнопку **ОК**.



Изображение элемента уменьшится или увеличится в соответствии с введенными значениями масштаба. Для закрепления полученных знаний выполнить построение прямоугольника размером  $40 \times 40$  мм и произвести масштабирование построенных ранее копий прямоугольника в масштабе 1:1,5 и 1:0,5 (см. рис.).





Для снятия выделения изображения повторно щелкнуть левой кнопкой мыши по команде **Включение элементов в группу** , красный цвет контура изображения изменится на черный.

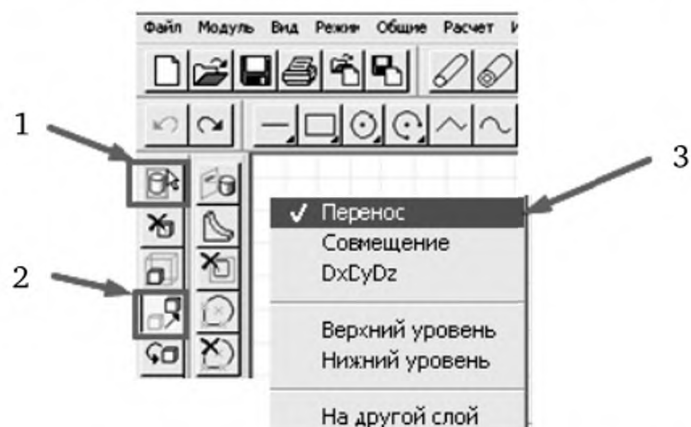
#### 4. Перенос элементов

Команда **Перенос** позволяет изменять положение одного или нескольких элементов.

Для отработки этой команды выполнить на рабочем поле построение какой-либо фигуры, например прямоугольника.

1. Нажать кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений (1), из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, перевести курсор на объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его — выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши нажать и удерживать кнопку **Перенос**  на панели **Операции с группами объектов** (2). Из появившегося дополнительного меню выбрать команду **Перенос** (3) и отпустить левую кнопку мыши.



3. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Исходная точка?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши исходную точку 1 на перемещаемом элементе. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Положение /ТАВ?**

4. Перемещением курсора перенести изображение в нужное место (например, из точки 1 в точку 2) и повторно щелкнуть левой кнопки мыши.





5. Для снятия выделения изображения повторно щелкнуть левой кнопки мыши по команде **Включение элементов в группу** , красный цвет изображения изменится на черный.

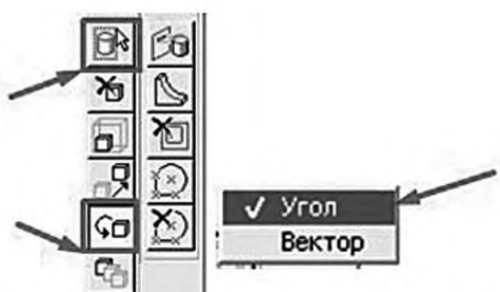
## 5. Поворот элементов

Команда **Поворот** позволяет разворачивать изображения в текущей рабочей плоскости. В ADEM 9.0 реализованы два метода поворота изображений — поворот на угол и поворот на вектор.

### Поворот на угол

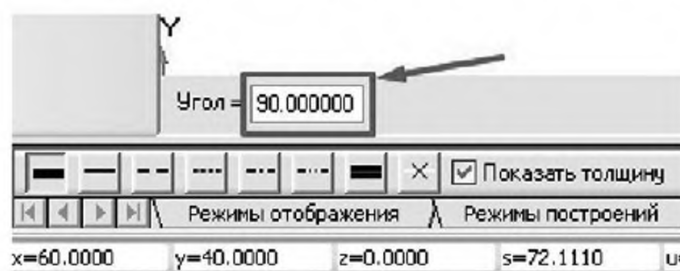
1. Нажать кнопку **Выбор элемента** (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажать и удерживать кнопку **Поворот** (2). В дополнительном меню курсором выбрать команду **Угол** (3) и отпустить левую кнопку мыши.

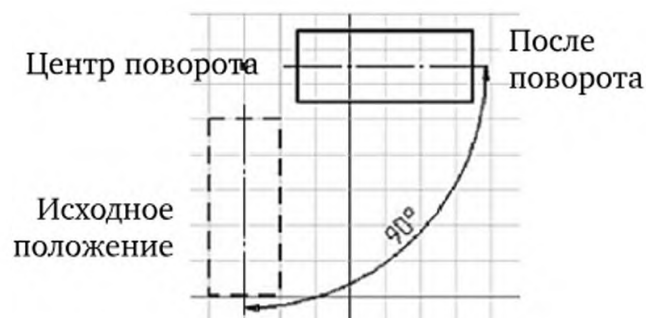


3. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Центр**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши центр поворота изображения. В нижней части экрана слева появится строка ввода параметров.

4. Ввести значение угла поворота в поле **Угол** (на рис. 90°).



5. Нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER**. Объект будет повернут на заданный угол относительно указанного ранее центра поворота.



6. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Для снятия выделения повернутого элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента**

### Поворот на вектор

1. Нажать кнопку **Выбор элемента** (1) на панели слева от поля построений (1), из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, перевести курсор на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его — выбранный контур окрасится в красный цвет.

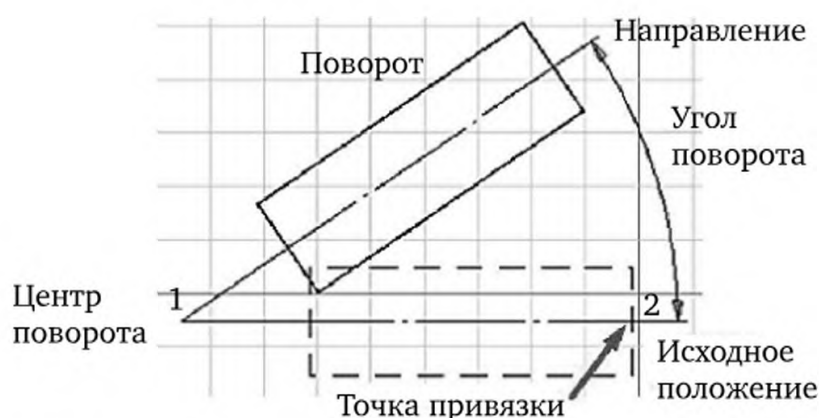
2. Нажав и удерживая кнопку **Поворот** (2), в дополнительном меню выбрать команду **Вектор** (3) и отпустить левую кнопку мыши.



3. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Центр**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши центр поворота (1).

4. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Точка привязки?** Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши точку привязки (2). Между центром и точкой привязки возникнет вспомогательная линия.

5. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Направление?** Перемещая курсор, сориентировать объект требуемым образом. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши точку, определяющую направление.



6. Нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Для снятия выделения повернутого элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента**

### 6. Зеркальное отражение

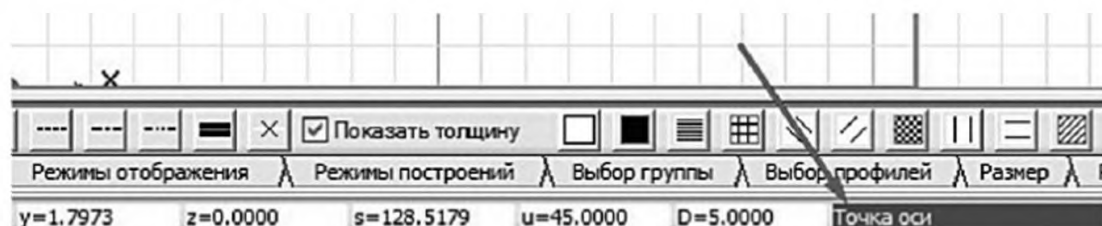
Команда **Зеркальное отражение** позволяет зеркально отражать элементы тела относительно оси симметрии в рабочей плоскости.

1. Нажать кнопку **Выбор элемента** (1) на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбрать команду **2D только**, переводом курсора на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделить его — выбранный контур окрасится в красный цвет.

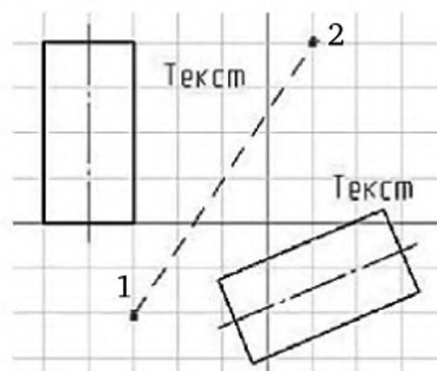
2. Нажать и удерживать кнопку **Зеркальное отражение** (2) на панели **Операции с группами объектов**. Выбрать команду: **Произвольная** (3).




3. В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Точка оси?**



4. Указанием курсора и щелчками левой кнопки мыши указать две точки 1 и 2, задающие ось симметрии. Будет создана зеркальная копия выбранных изображений.




5. Для снятия выделения скопированного элемента повторно нажать на кнопку **Выбор элемента** .

## 7. Редактирование изображений

ADEM позволяет **редактировать изображения** — скруглять углы дугой, создавать фаски на углах замкнутых и незамкнутых контуров. Радиус скругления и ширину фаски вы можете изменять. Выполнять обрезку элементов.

Для построения **Скругления угла образуемого двумя элементами** необходимо выполнить следующие действия:

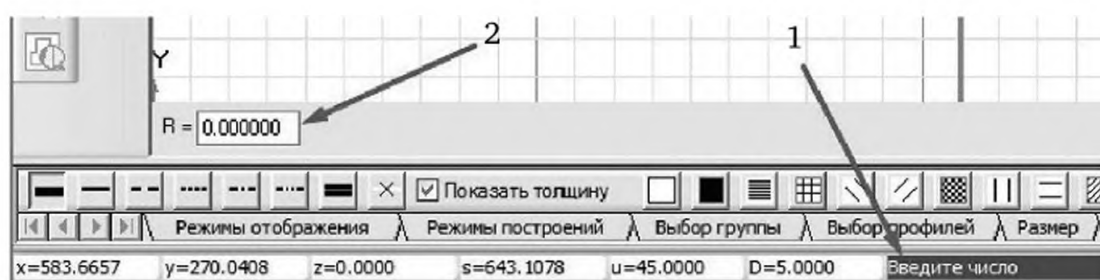
1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши выбрать кнопку **Скругление угла образуемого двумя элементами**  на вертикальной панели справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.



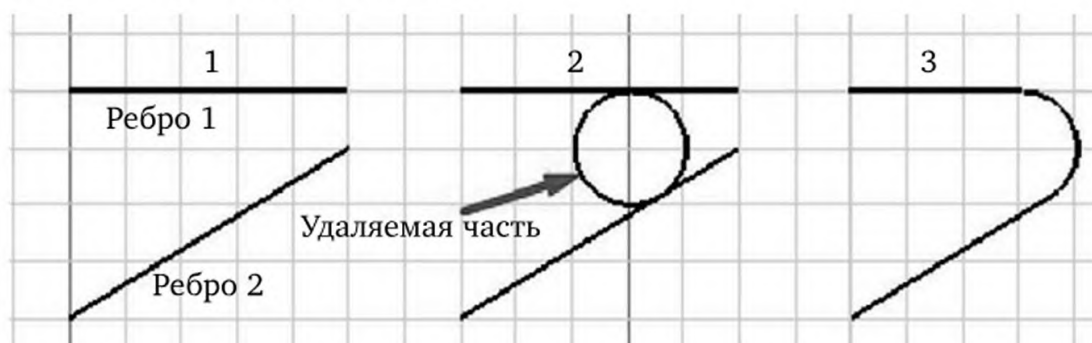
2. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Выберите Ребро**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать первое ребро.

3. Там же появится запрос **Ребро 2**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши второе ребро.

4. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (1). В появившемся в левой нижней части экрана поле **Радиус** ввести с клавиатуры значение радиуса скругления (2) и нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре.




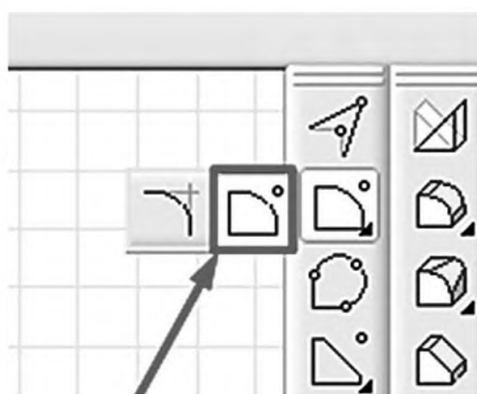
5. Между ребрами появится окружность указанного радиуса, как показано на эскизе 2. Появится запрос **Удаляемая часть**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши часть окружности, которую необходимо удалить (2). Изображение элемента примет вид, как показано на эскизе 3.



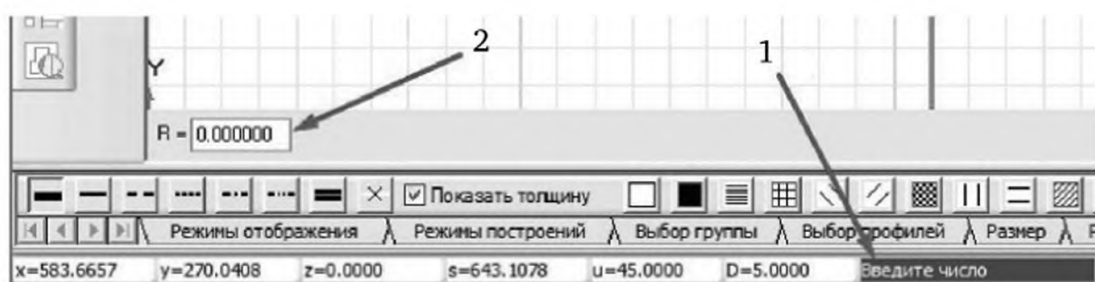
6. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

**Для построения Скругления замкнутого контура необходимо:**

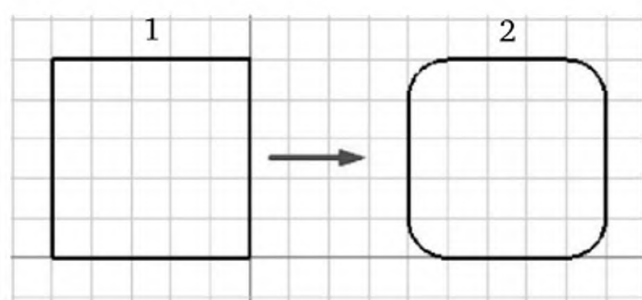
1. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши выбрать кнопку **Скругление замкнутого контура**  на вертикальной панели **Редактирование 2D** справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.



2. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (1). В появившемся в левой нижней части экрана поле **Радиус** ввести с клавиатуры значение радиуса скругления (2) и нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре.




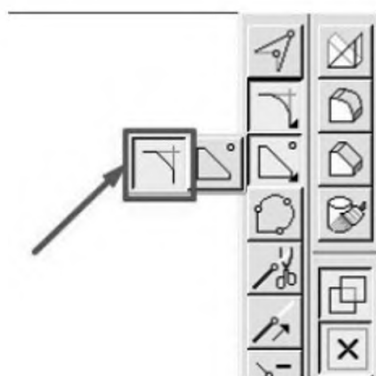
3. Поочередно подводить курсор к каждому углу контура (1), которые необходимо скруглить и щелкать левой кнопкой мыши. Изображение примет вид 2 (см. рис.).



4. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

**Для построения Фаски незамкнутого контура необходимо:**

1. Указанием курсора при нажатой левой кнопки мыши выбрать кнопку **Фаски незамкнутого контура**  на вертикальной панели **Редактирование 2D** справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.



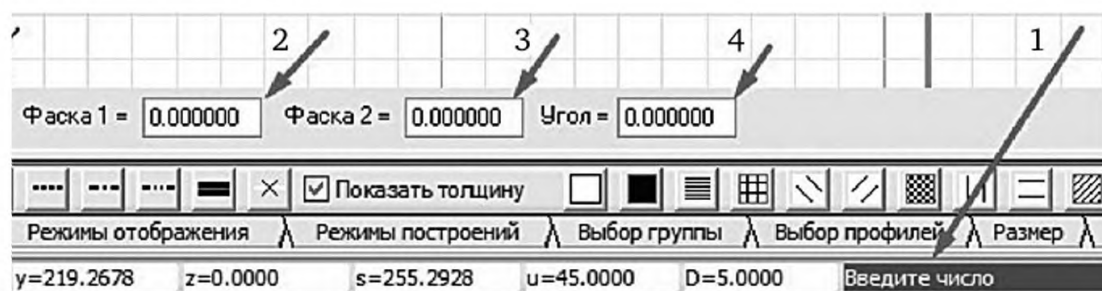
2. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Выберите Ребро**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать первое ребро.

3. Там же появится запрос **Ребро 2**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши указать второе ребро.

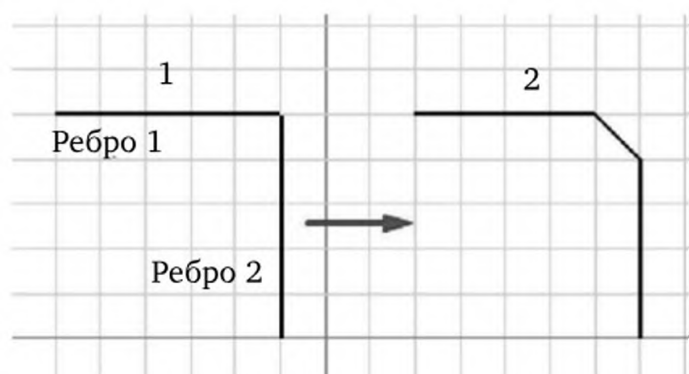
4. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос **Введите число** (1). В появившемся окне в левой нижней части рабочей области, если фаска равносторонняя, в поле **Фаска 1** (2) ввести численное значение фаски и нажать кнопку **ОК**.



Если стороны фаски имеют различные размеры сторон, то заполняются окна **Фаска 1** (2) и **Фаска 2** (3), численное значение угла заносится в окно 4.




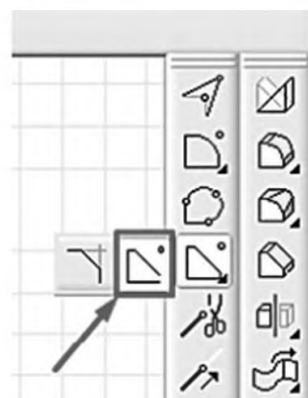
5. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре. Изображение примет вид, как показано на рисунке 2.



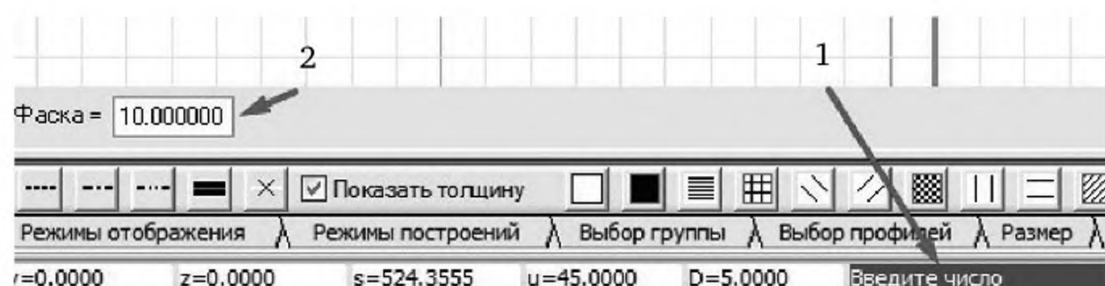
6. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

**Для построения Фаски замкнутого контура необходимо:**

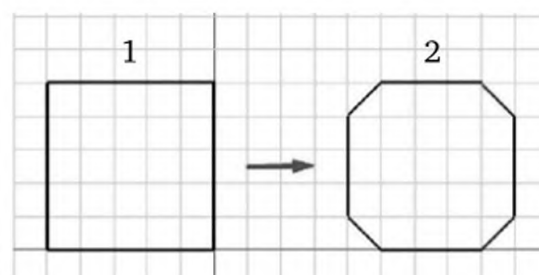
1. Указанием курсора, при нажатой левой кнопки мыши, выбрать кнопку **Фаска**  на панели справа от поля построений, отпустить левую кнопку мыши.



2. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число** (1), в появившемся окне **Фаска** ввести с клавиатуры численное значение фаски (2), на рисунке 10 мм, и нажать кнопку **ОК** на экране или клавишу **ENTER** на клавиатуре.

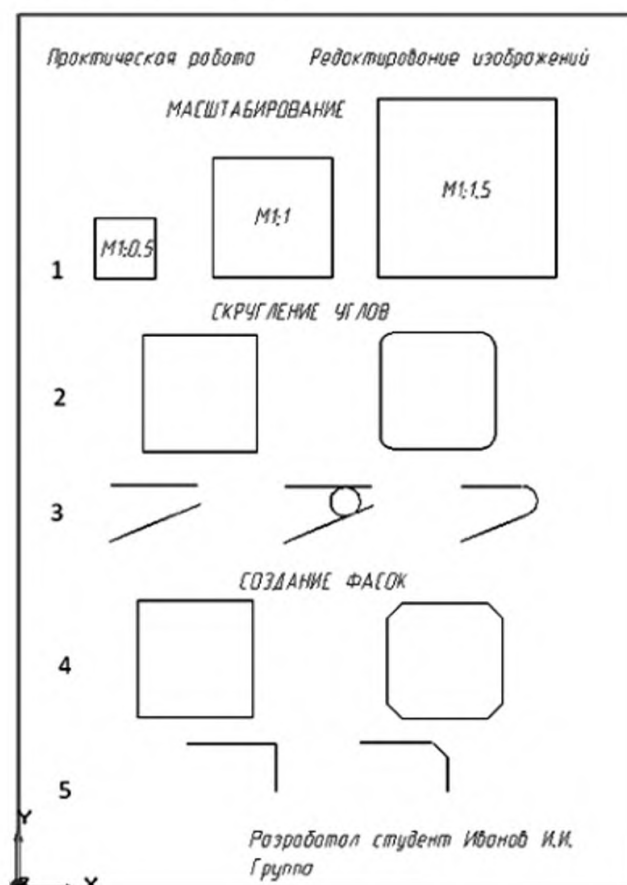


3. Поочередно подводить курсор к каждому углу контура (позиция 1), на котором необходимо выполнить фаску и щелкать левой кнопкой мыши. Контур примет вид, как указано на рисунке 2.



4. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для выхода из команды.

**Задание.** Выполнить построения фигур и произвести их редактирование (см. рис.) Сохранить выполненную разработку в виртуальном журнале. Имя файла **УЭ 03**.



## Учебный элемент УЭ 04

**Предмет:** МБ2. 2D-построения.

**Модуль:** Компьютерный технический рисунок.

**Наименование учебного элемента:** 2D-построения. Булевы операции на плоскости.

### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM 9.0 в модуле CAD осуществлять следующие типы **булевых операций**: объединение, пересечение и вычитание.

### Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.


### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 01. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.
4. УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.
5. УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.


В модуле CAD системы ADEM реализованы следующие типы **булевых операций**: объединение, пересечение и вычитание.

Команда **Объединение** позволяет объединить отдельные 2D-контуры двух и более фигур в единый контур, **Пересечение** — найти их общую часть, **Вычитание** — удалить из одного элемента общую с другим элементом часть.

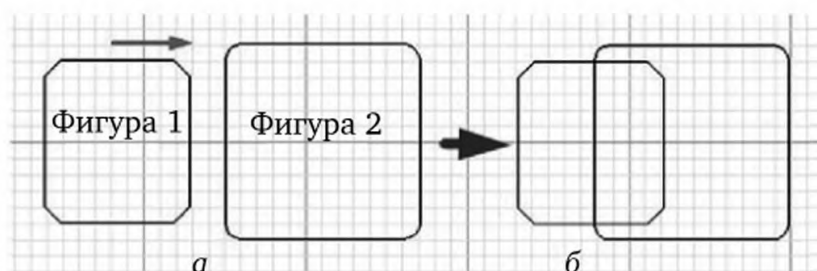
Для выполнения задания открыть программу ADEM 9.0. В меню **Файл** выбрать команду **Создать**. В меню **Режим** выбрать команду **Формат листа**, в которой выбрать формат A4. Включить команду **Автопривязка**. Шаг сетки по умолчанию будет равен 10 мм, а шаг перемещения курсора 5 мм.

Для выполнения булевых операций необходимо выделить объекты, с которыми производятся действия. Перед выполнением этих операций управления изображения необходимо активировать. Это выполняется указанием курсора на команду **Включение элементов в группу**  (1), нажав и удерживая левую кнопку мыши, в открывшемся контекстном меню указанием курсора выделить команду **2D только** (2), после этого фон имени команды изменится на синий.



Для активации изображения для дальнейших действий нажати-ем левой кнопки мыши и перемещением курсора необходимо выделить изображение и отпустить левую кнопку мыши, линии контура изображения изменят цвет на красный. С выделенным элементом можно выполнять операции управления. Чтобы снять выделение, нужно повторно нажать кнопку **Выбор элемента** .


Для выполнения этих операций изобразить на поле чертежа две фигуры (см. эскиз а), с помощью команды **Перенос** соединить их (см. эскиз б). В дальнейшем на полученном изображении объединенных фигур будет отработано выполнение булевых операций.




### 1. Команда объединение

Команда **Объединение** позволяет объединять несколько контуров.

Изобразить на рабочем поле две фигуры (эскиз а). Для того чтобы объединить два элемента, необходимо один из них передвинуть в новое место для объединения, для этого:

1. Нажимаем кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбираем команду **2D только**, переводим курсор на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделяем его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажимаем и удерживаем кнопку **Перенос**  на панели **Операции с группами объектов** и выбираем команду **Перенос** в дополнительном меню.

3. Появится запрос **Исходная точка?**

4. Указываем исходную точку на элементе. Появится запрос **Положение/ТАВ?**

5. Указываем его новое положение для объединения (эскиз б).


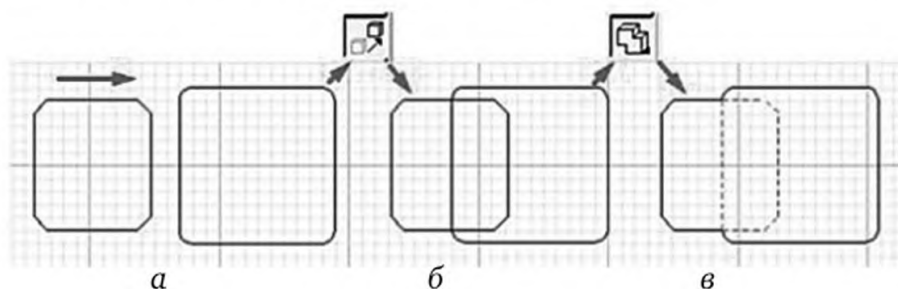
6. Выделяем объединяемые объекты с помощью команды **Выбор элемента I** и нажимаем клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Нажимаем кнопку **Объединение**  на панели **Операции с группами объектов** (эскиз в).



Схема выполнения задания показана на рисунке: создание двух фигур (эскиз а), перенос для последующего объединения (эскиз б), булева операция **Объединение** (эскиз в).





Для закрепления полученных знаний выполнить построение двух произвольных элементов разной конфигурации (окружность, прямоугольник, замкнутый контур, правильный многоугольник) и выполнить операцию объединение, предъявить построение преподавателю.

## 2. Команда пересечение

Команда **Пересечение** выполняет булеву операцию пересечения. Результатом операции является элемент, состоящий из общей части выбранных элементов.

Изобразить на рабочем поле две фигуры (эскиз а). Для того чтобы объединить два элемента, необходимо один из них передвинуть в новое место для объединения, для этого:

1. Нажимаем кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбираем команду **2D только**, переводим курсор на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделяем его, выбранный контур окрасится в красный цвет.

2. Нажимаем и удерживаем кнопку **Перенос**  на панели **Операции с группами объектов** и выбираем команду **Перенос** в дополнительном меню.





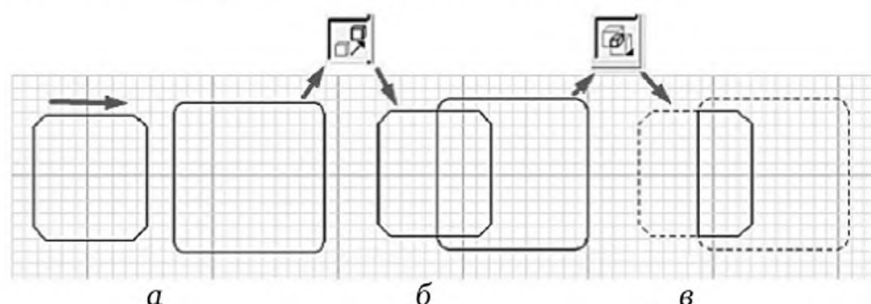
3. Появится запрос **Исходная точка?**
4. Указываем исходную точку на элементе. Появится запрос **Положение/TAB?**
5. Указываем его новое положение для объединения (эскиз б).
6. Выделяем объединяемые объекты с помощью команды **Выбор элемента**  и нажимаем клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды. Нажимаем кнопку **Пересечение**  на панели **Операции с группами объектов**.



Схема выполнения задания показана на рисунке: создание двух фигур (эскиз а), перенос для последующего объединения (эскиз б), булева операция **Пересечение** (эскиз в).




Для закрепления полученных знаний выполнить построение двух произвольных элементов разной конфигурации (окружность, прямоугольник, замкнутый контур, правильный многоугольник) и выполнить операцию пересечение, предъявить построение преподавателю.


### 3. Команда вычитание

Команда **Вычитание** позволяет вычесть плоские контура и объемные элементы из первого выбранного элемента. Из первого указанного тела последовательно вычитаются все остальные выбранные тела.

Изобразить на рабочем поле две фигуры (эскиз а). Для того чтобы объединить два элемента, необходимо один из них передвинуть в новое место для объединения, для этого:

1. Нажимаем кнопку **Выбор элемента**  на панели слева от поля построений, из выпадающего меню выбираем команду **2D только**, переводим курсор на необходимый объект и нажатием левой кнопки мыши выделяем его, выбранный контур окрасится в красный цвет.




2. Нажимаем и удерживаем кнопку **Перенос**  на панели **Операции с группами объектов** и выбираем команду **Перенос** в дополнительном меню.

3. Появится запрос **Исходная точка?**

4. Указываем исходную точку на элементе. Появится запрос **Положение/ТАВ?**

5. Указываем его новое положение для объединения (эскиз б).

6. Выделяем объединяемые объекты с помощью команды **Выбор элемента**  и нажимаем клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для выхода из команды.


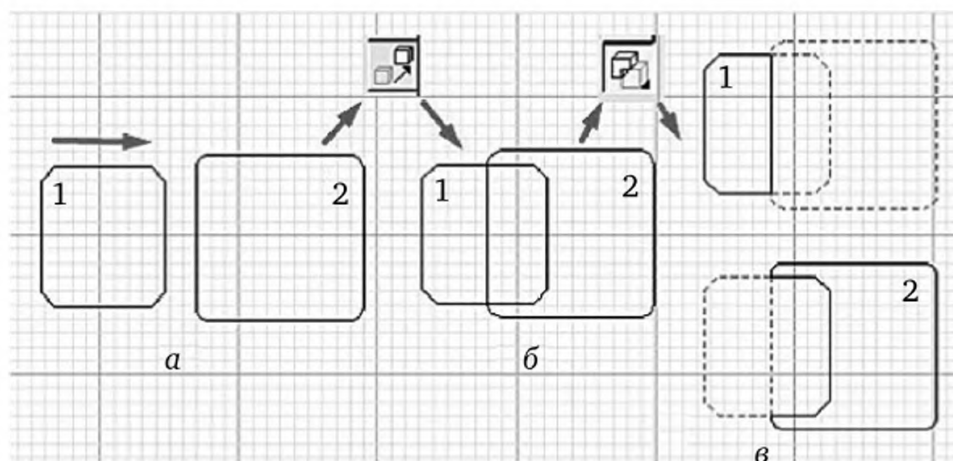
Нажимаем кнопку **Вычитание**  на панели **Операции с группами объектов**.



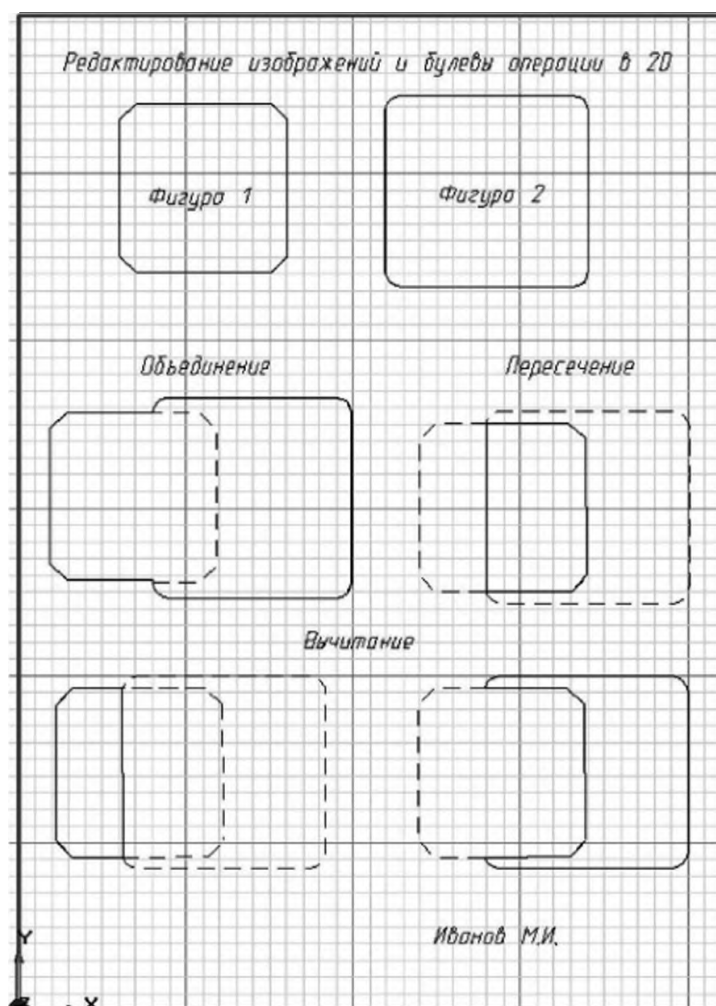
Схема выполнения задания показана на рисунке: создание двух фигур (эскиз а), перенос для последующего объединения (эскиз б), булева операция **Вычитание** (эскиз в).



Для закрепления полученных знаний выполнить построение двух произвольных элементов разной конфигурации (окружность, прямоугольник, замкнутый контур, правильный многоугольник) и выполнить операцию вычитание, предъявить построение преподавателю

#### 4. Практическая работа

Выполнить булевы операции Объединение, Пересечение и Вычитание с 2D-изображениями на плоскости. Сохранить выполненную разработку в виртуальном журнале. Имя файла **УЭ 04**.



### Учебный элемент УЭ 05

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ2. 2D-построения.

**Наименование учебного элемента:** 2D-построения. Самостоятельная работа по 2D-построениям.

#### Цели

Выполнив самостоятельно задание этого учебного элемента, Вы подтверждаете свою компетентность для выполнения 2D-построений в программе ADEM 9.0 в модуле CAD.

#### Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

#### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.

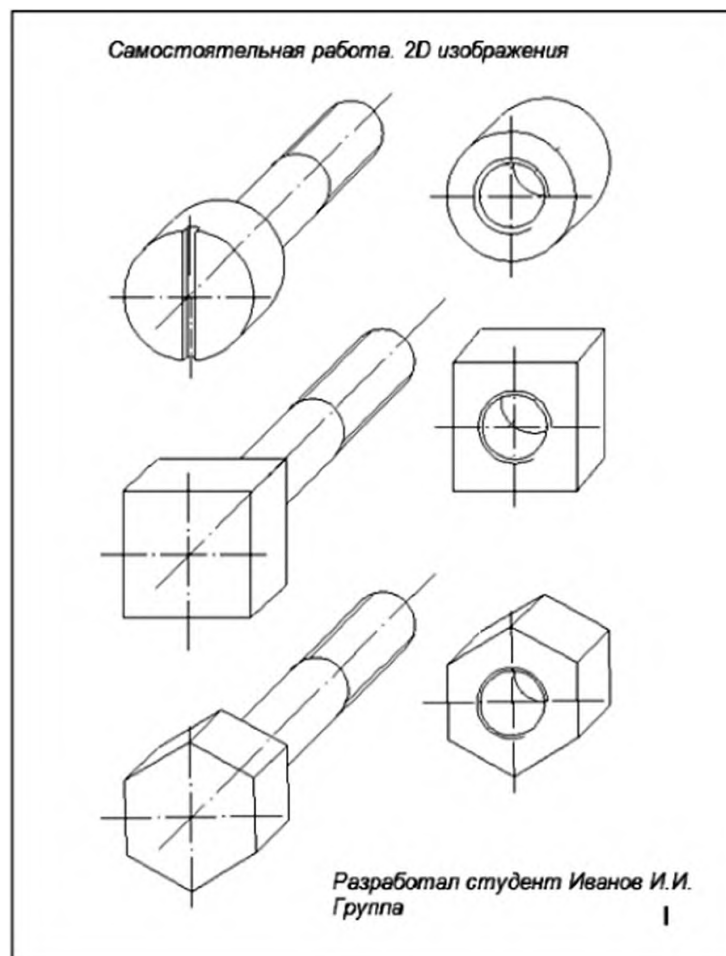
3. УЭ 01. 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.

4. УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.

5. УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.

6. УЭ 04. 2D-построения. Булевы операции на плоскости.

**Задание для самостоятельной работы.** Выполнить изображение крепежных изделий на формате А4. Выполненную работу оформить и сохранить в именной папке присвоив ей имя файла со своей фамилией и номером УЭ05, например **Иванов УЭ05**.



### Учебный элемент УЭ 06

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модуль:** МБ3. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Создание объемных изображений проволоки, труб и сферы.

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM 9.0 в модуле CAD осуществлять построения 3D-элементов на основе профилей: Сфера, Проволока, Труба.

**Оборудование, компьютерные программы:**

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

**Сопутствующие учебные элементы и пособия:**

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 01. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.
4. УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.
5. УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.

**Задания.** Выполнить объемные изображения проволоки, трубы и сферы. Общие данные для всех вариантов: формат листа  $210 \times 297$  мм, линейные единицы измерения — мм, точность — 2, стандарт — ЕСКД.

Вариант	Д1, мм	Масшт. фактор	Д2, мм	Толщина стенки трубы, мм	Масшт. фактор	Вариант	Д1, мм	Масшт. фактор	Д2, мм	Толщина стенки трубы, мм	Масшт. фактор
1	8,0	2,1	15,0	2,0	0,4	11	13,0	1,1	10,0	1,0	0,4
2	8,5	2,0	14,5	1,9	0,5	12	12,5	1,2	9,5	0,9	0,5
3	9,0	1,9	14,0	1,8	0,6	13	12,0	1,3	10,0	1,0	0,6
4	9,5	1,8	13,5	1,7	0,7	14	11,5	1,4	10,5	1,1	0,7
5	10,0	1,7	13,0	1,6	0,8	15	11,0	1,5	11,0	1,2	0,8
6	10,5	1,6	12,5	1,5	0,9	16	10,5	1,6	11,5	1,3	0,9
7	11,0	1,5	12,0	1,4	0,8	17	10,0	1,7	12,0	1,4	0,8
8	11,5	1,4	11,5	1,3	0,7	18	9,5	1,8	12,5	1,5	0,7
9	12,0	1,3	11,0	1,2	0,6	19	9,0	1,9	13,0	1,6	0,6
10	12,5	1,2	10,5	1,1	0,5	20	8,5	2,0	13,5	1,7	0,5

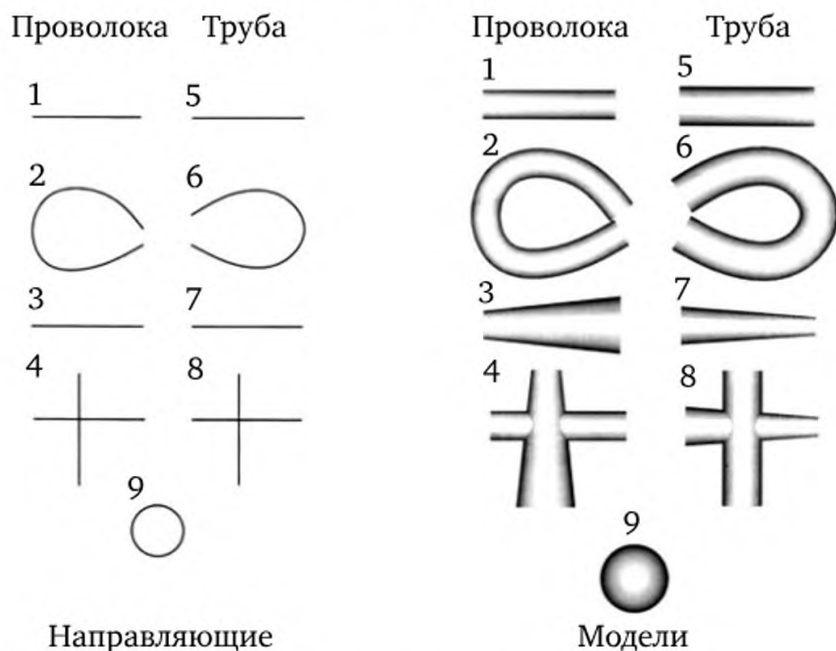
Д1 — диаметр проволоки, Д2 — диаметр трубы в мм. Диаметр сферы равен диаметру трубы Д2.

Выполнить объемные 3D-модели прямолинейного участка твердотельного цилиндра (направляющая 1), криволинейного участка (направляющая 2), конического участка (направляющая 3), пересечения

конического и цилиндрического отрезков (направляющие 4) по размерам согласно варианта задания с помощью команды **Проволока**.

Выполнить объемные 3D-модели отрезков трубы — прямолинейного участка (направляющая 5), криволинейного участка (направляющая 6), конического участка (направляющая 7), пересечения конического и цилиндрического отрезков (направляющие 8) по размерам согласно варианта задания с помощью команды **Труба**.

Выполнить объемные 3D-модель сферического тела по шаблону окружности с помощью команды **Сфера**.



## 1. Настройка параметров чертежа

1. **Запуск программы.** Нажать команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде **Все программы**. В открывшемся перечне программ, выбрать папку **ADEM Group** затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл **ADEM**.


2. **Создание новой разработки.** Из выпадающего меню **Файл** выбрать команду **Создать**.

3. **Выбор формата листа.** Из выпадающего меню **Режим** выделить команду **Формат листа** и выбрать формат A4.

4. **Установка шага сетки.** По умолчанию шаг сетки 10 мм. Для изменения нажать клавишу **G**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага сетки и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.



5. **Установка шага курсора.** По умолчанию шаг курсора 5 мм. Для изменения нажать клавишу **D**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.

6. **Тип линии.** По умолчанию тип линии — сплошная основная. Выбор линий производится в закладке **Типы линий**

7. **Масштаб.** По умолчанию масштаб 1:1. Изменение масштаба выполняется нажатием кнопки **Масштаб пользователя**  и вводом нового значения в окне **Масштаб**.

8. **Стандарт.** По умолчанию ЕСКД.

9. **Точность.** По умолчанию единицы измерения — миллиметры, точность — 2 знака после запятой.


10. **Автопривязка.** Нажатием на кнопку **Фильтры автопривязки**  открыть табло с указанием видов точек привязки и выделить нужные. Для включения автопривязки нажать кнопку **Включение автопривязки** .


Система подготовлена к проектированию.

## 2. Построение направляющих

С помощью команд **Отрезок**, **Слайн** и **Окружность** выполнить построение направляющих линий для разработки цилиндрических и конических моделей и окружности для сферической модели с произвольными размерами, как показано на рисунке для дальнейшего создания объемных изображений.

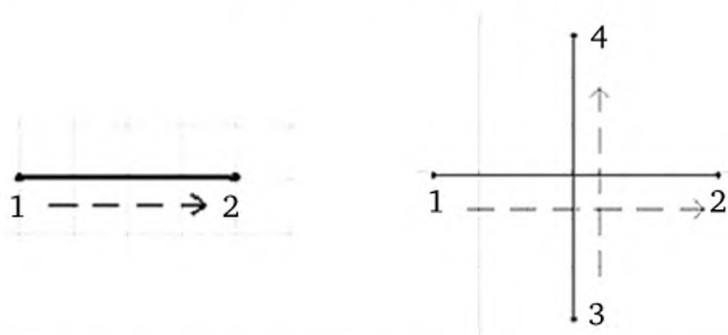
Для построения направляющих в виде прямолинейных отрезков (изображения 1, 3, 4, 5, 7 и 8):

1. Подведите курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Отрезок**  на панели инструментов **2D Объекты**.


2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, из открывающейся панели инструментов выбрать команду **Отрезок** .

3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

4. Указать курсором и нажатием левой кнопки мыши начальную (1) и конечную (2) точки отрезка, для пересекающихся линий соответственно 1 и 2, 3 и 4. На рабочем поле появится изображение отрезков черного цвета (тип линии — **Основная**).



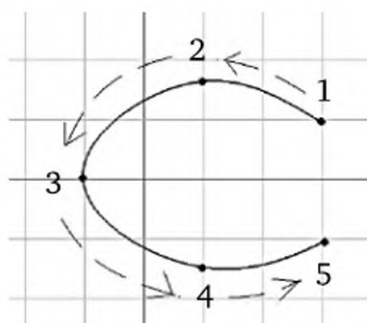
Для построения направляющих линий в виде изогнутых линий (изображения 2 и 6):

1. Подведите курсор к кнопке **Слайн**  на панели инструментов **2D Объекты** и включите эту команду нажатием левой кнопки мыши.

2. Перемещением курсора и щелчками левой кнопки мыши выделяйте узлы изогнутой линии (1, 2, 3, 4, 5).



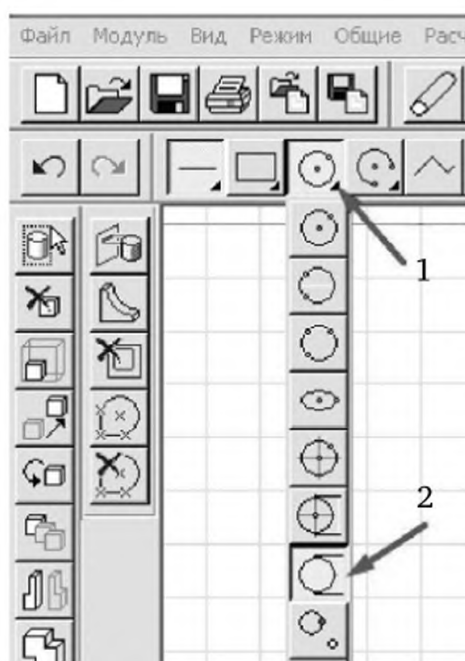
3. После указания последней точки нажмите клавишу **ESC** на клавиатуре.



Для получения модели сферы необходимо построить **Окружность заданного диаметра без осей симметрии**:

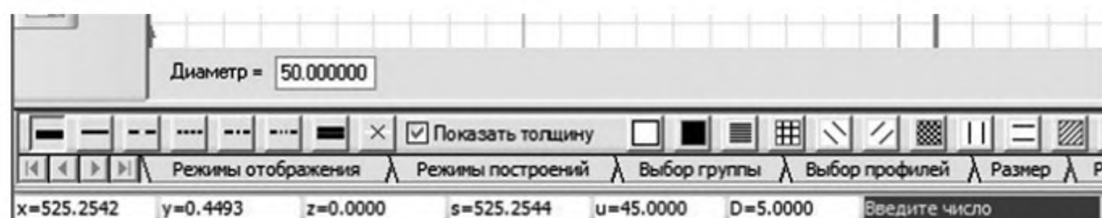
1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность** (1).

2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выбрать **Окружность заданного диаметра** (2) из открывающейся панели инструментов.

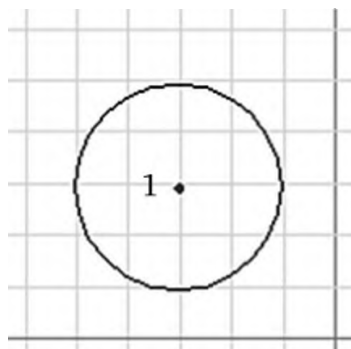


3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, ввести значение диаметра окружности с клавиатуры и нажать клавишу **ENTER**.



5. Указать курсором и щелчком левой кнопки центр расположения окружности (точка 1). На рабочем поле появится изображение окружности без осей симметрии заданного диаметра.



Для выхода из команды нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ENTER**.

Используя эти команды, построить направляющие для будущих моделей, как показано на рис. 1.

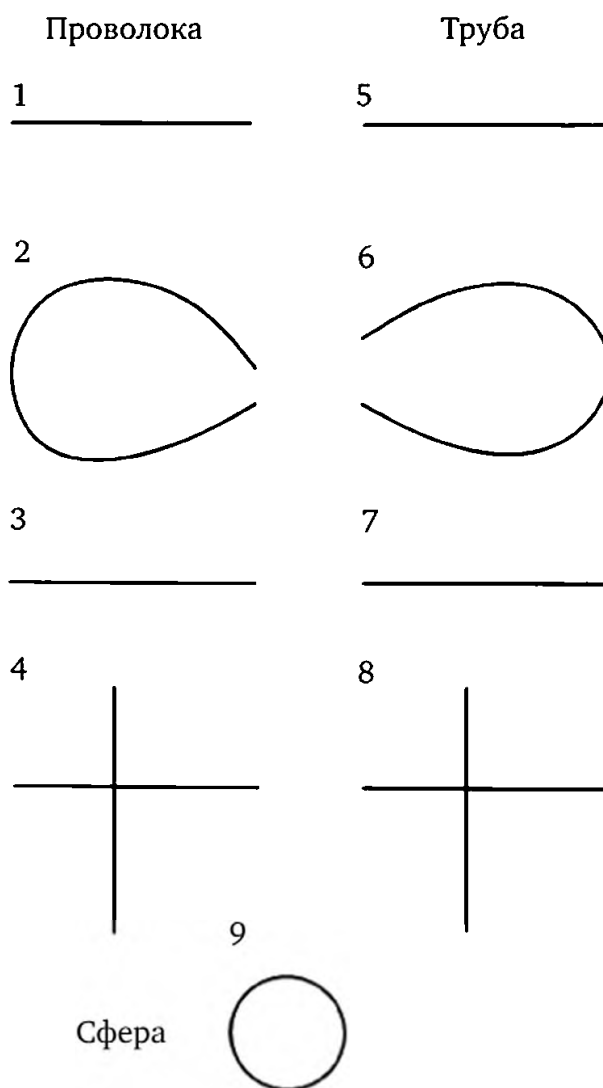

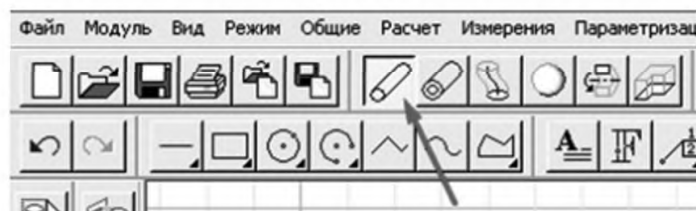


Рис. 1. Направляющие, для построения моделей проволоки, трубы и сферы

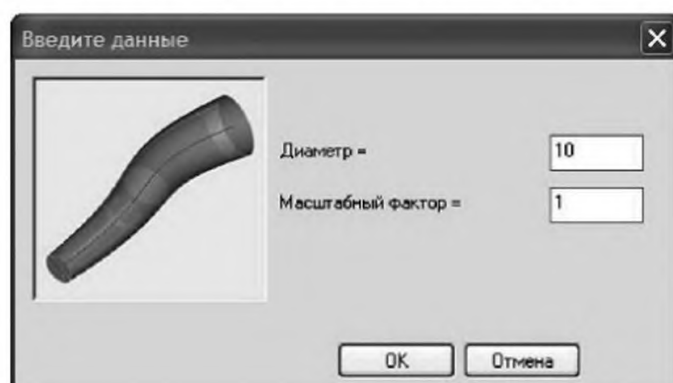
### 3. Создание объемных изображений

Объемные изображения этого задания выполняются с помощью команд **Проволока**, **Труба** и **Сфера**. Для получения изображения модели твердотельного цилиндра:

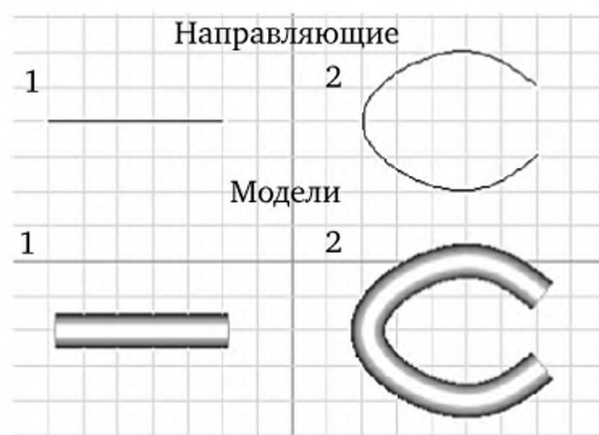
1. Нажать кнопку **Проволока**  в нижней части экрана.



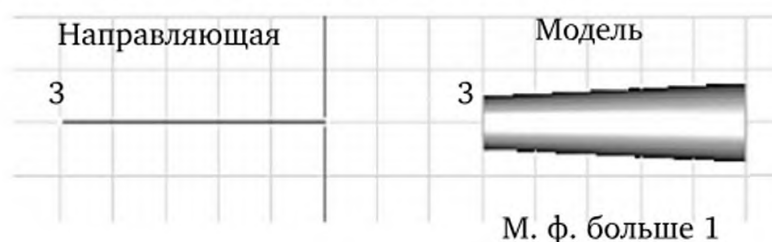
2. В строке состояния на синем фоне появится запрос **Направляющая**. Навести курсор на построенный отрезок (направляющую) и щелкнуть левой кнопкой мыши — отрезок изменит цвет на оранжевый. Нажать среднюю клавишу мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. На экране появится табло **Введите данные** для ввода параметров **Диаметр** и **Масштабный фактор**.



3. В поле **Диаметр** ввести диаметр проволоки **Д1** (на рис. 10 мм), так как проволока должна иметь цилиндрическую форму, **Масштабный фактор** оставить без изменений (по умолчанию он равен 1). Нажать **ОК** в правом нижнем углу. На экране на месте отрезка появится цилиндр диаметром **Д1**. На рисунке показано выполнение позиций 1 и 2 из задания.

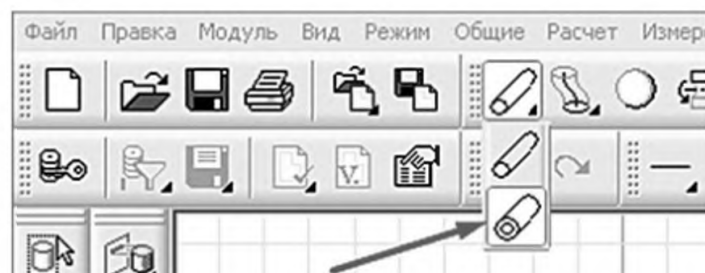


При задании **Масштабного фактора** больше 1, как в задании для проволоки позиции 3 и 4, получается конус.

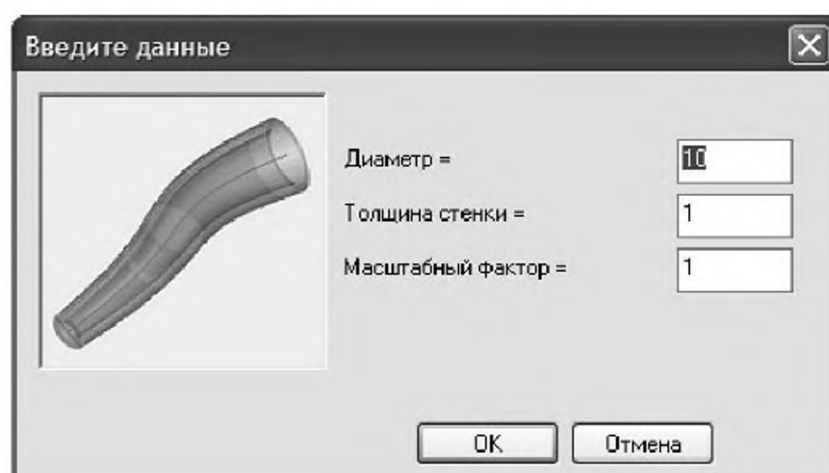


Для получения изображения модели трубы:

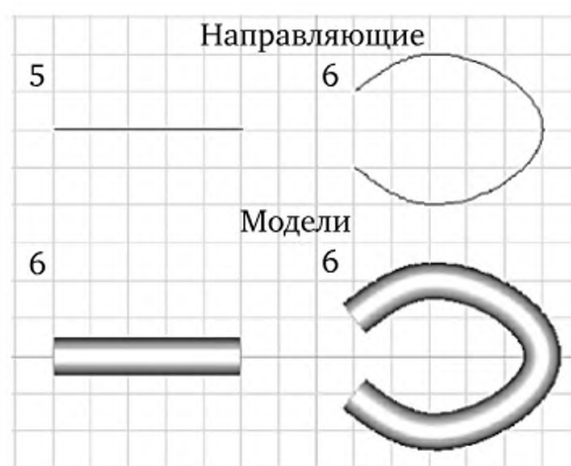
1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Труба**



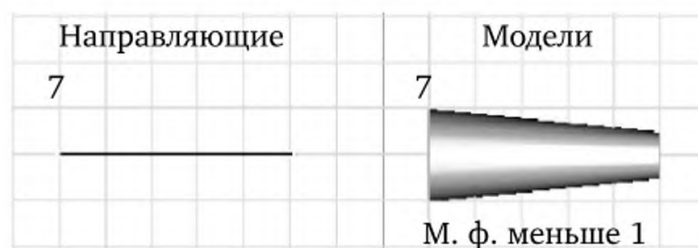
2. В нижней части экрана в строке состояния на синем фоне появится запрос — **Направляющая?** Навести курсор на построенный отрезок (направляющая) и щелкнуть левой кнопкой мыши — отрезок изменит цвет с черного на оранжевый. Нажать среднюю клавишу мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. На экране появится табло **Введите данные** для ввода параметров **Диаметр**, **Толщина стенки** и **Масштабный фактор**.




3. В поле **Диаметр** вводится диаметр трубы **Д2** (на рис. 10 мм). В поле **Толщина стенки** вводится толщина стенки трубы (на рис. 1 мм). При изображении трубы цилиндрической формы (поз. 5 и 6), **Масштабный фактор** оставить без изменений (по умолчанию он равен 1), нажать **ОК**. На рисунке показано выполнение позиций 5 и 6 из задания.

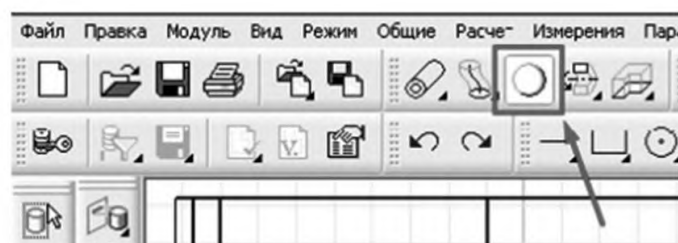


При задании **Масштабного фактора** меньше 1, как в задании для трубы позиции 7 и 8, получается конус.

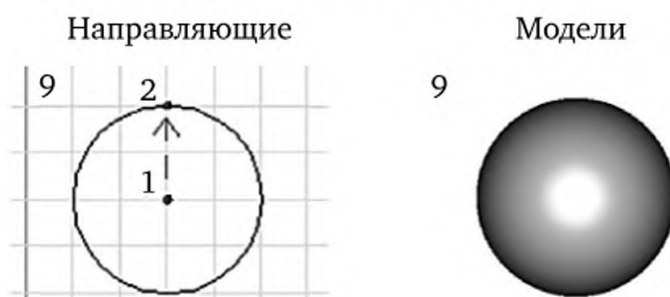



Для получения модели сферы:

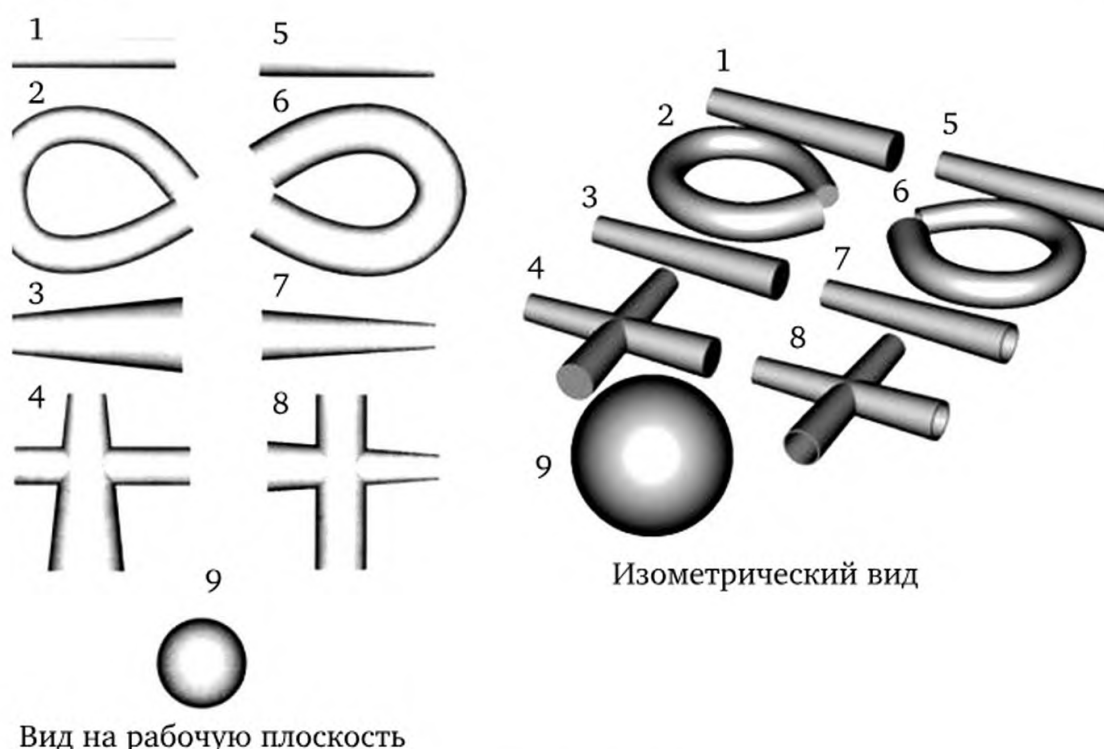
1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Сфера** .



2. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Выберите профили/ESC**. Навести курсор на профиль окружности и щелкнуть левой кнопкой мыши — линия окружности изменит черный цвет на оранжевый. Нажать среднюю клавишу мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. На рабочем поле появится объемное изображение сферы.

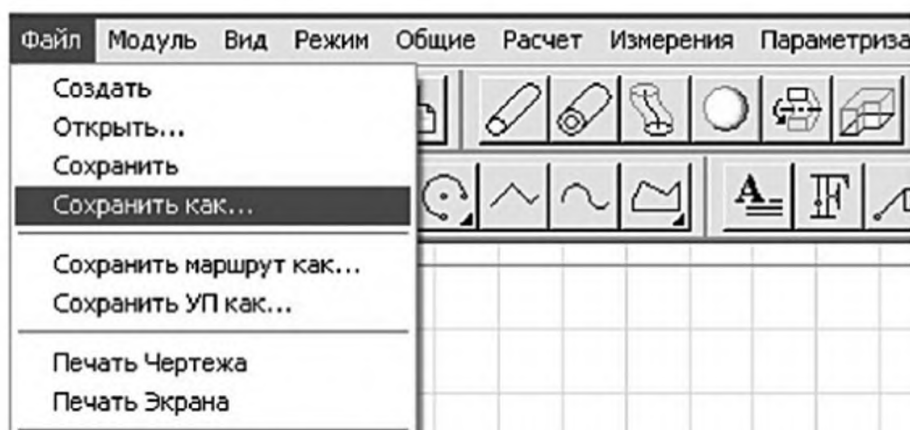


Используя эти команды построить объемные модели по выполненным ранее направляющим. Перевести полученное изображение в изометрический вид с помощью команды  в левом нижнем углу экрана.



#### 4. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом.



Отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте папку своей группы, найдите свою папку, откройте ее и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером УЭ06, например **Иванов УЭ06**.



**Задание для самостоятельной работы.** Выполнить объемные модели и технические рисунки в аксонометрии конструкций из труб, как показано на рис. 1. Диаметр трубы 20 мм, толщина стенки 1 мм, радиус скругления соединения 10 мм.

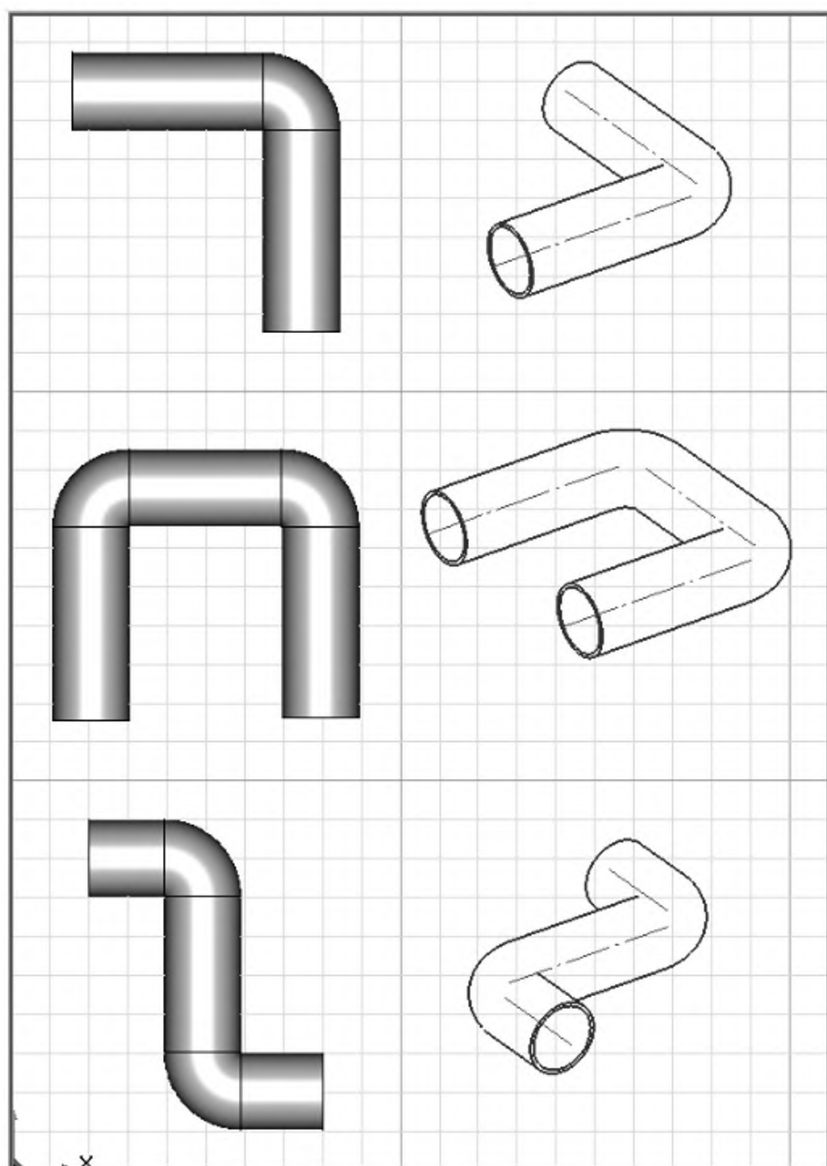


Рис. 1. Учебный элемент УЭ 06. Самостоятельная работа

### Учебный элемент УЭ 07

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси (поверхностная модель).

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете выполнять 3D-построения в программе ADEM 9.0 в модуле CAD осесимметричных тел вращения.

### **Оборудование, компьютерные программы:**

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

### **Сопутствующие учебные элементы и пособия:**


1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 01. 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.
4. УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.
5. УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.

**Задание.** Создать объемную модель кувшина согласно рис. 1.




*Рис. 1. Объемная модель кувшина*


### **1. Настройка параметров чертежа**

1. **Запуск программы.** Нажать команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде **Все программы**. В открывшемся перечне программ, выбрать папку **ADEM 9.0**, затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл  **ADEM**.
2. **Создание новой разработки.** Из выпадающего меню **Файл** выбрать команду **Создать**.
3. **Выбор формата листа.** Из выпадающего меню **Режим** выделить команду **Формат листа** и выбрать формат A4.

4. **Установка шага сетки.** По умолчанию шаг сетки 10 мм. Для изменения нажать клавишу **G**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага сетки и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.



5. **Установка шага курсора.** По умолчанию шаг курсора 5 мм. Для изменения нажать клавишу **D**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.

6. **Тип линии.** По умолчанию тип линии — сплошная основная. Выбор линий производится в закладке **Типы линий** .

7. **Масштаб.** По умолчанию масштаб 1:1. Изменение масштаба выполняется нажатием кнопки **Масштаб пользователя**  и вводом нового значения в окне **Масштаб**.

8. **Стандарт.** По умолчанию ЕСКД.

9. **Точность.** По умолчанию единицы измерения — миллиметры, точность — 2 знака после запятой.

10. **Автопривязка.** Нажатием на кнопку **Фильтры автопривязки**  открыть табло с указанием видов точек привязки и выделить нужные. Для включения автопривязки нажать кнопку **Включение автопривязки** .

Система подготовлена к проектированию.

## 2. Выполнение построений и моделирование



**Шаг 1. Разработка шаблона модели.** Подведите курсор к кнопке **Слайн**  на панели инструментов **2D Объекты** и щелкните левой кнопкой мыши. Переместите курсор в место нахождения основания кувшина на поле чертежа, щелкните левой кнопкой мыши, перемещая курсор по контуру стенки кувшина щелкайте левой кнопкой мыши в нужных местах. В последней точке нажмите кнопку **ESC** на клавиатуре, на экране появится фигура, изображенная на рис. 2.



Рис. 2. Шаблон боковой стенки кувшина

Подведите курсор к кнопке **Отрезок**  и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор в место пересечения боковой стенки и дна кувшина и щелкните левой кнопкой мыши, переместите курсор по горизонтали по клеткам сетки примерно на 30 мм и пов-

торно щелкните левой кнопкой мыши. На экране появится отрезок прямой расположенный горизонтально, который образует днище кувшина. Изображение шаблона для образования тела кувшина вращением вокруг вертикальной оси показано на рис. 3.

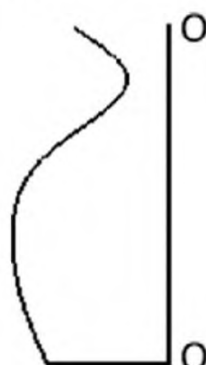


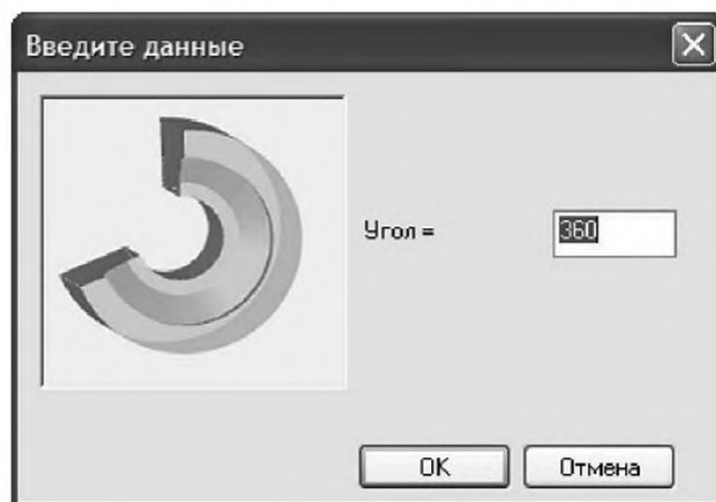


Рис. 3. Шаблон для образования тела кувшина вращением вокруг вертикальной оси O-O

**Шаг 2. Разработка объемной модели.** Установить способ отображения будущей модели, нажав кнопку **Режимы отображения**  при появлении диалога **Изображение** установить флажок **Включено** в группе **Тонирование**, установить **Сглаживание** = 10, **Освещенность** = 50 %.

Нажать кнопку **Вращение**  на панели инструментов **3D Объекты**. Появится подсказка **Профиль?** Выделите контур шаблона курсором с нажатием левой кнопки мыши, линии изменят цвет на оранжевый, нажмите **среднюю** кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. Появится табло **Введите данные**.



В поле **Угол** введите угол вращения **360 градусов**. Нажмите кнопку **OK** в строке ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре. В строке **Подсказка** появится запрос **Ребро/Точка/ESC**. Укажите курсором ось **O-O**, определяющие вертикальную ось вращения. На экране появится изображение, показанное на рис. 4.



Рис. 4. Объемное изображение тела кувшина, созданное вращением вокруг вертикальной оси



С помощью команды **Сплайн**  создайте направляющую линию для образования ручки примыкающую к боковой стенке кувшина, полученное изображение показано на рис. 5.



Рис. 5. Объемное тело кувшина с направляющей линией для образования ручки

Для создания объемного изображения ручки нажмите кнопку **Проволока**  на панели инструментов **3D Объекты** появится подсказка **Направляющая**.

Выделите курсором и нажатием левой кнопки мыши ранее созданную направляющую линию для ручки, она изменит цвет на оранжевый. Нажмите **среднюю** кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. Внизу экрана появится строка ввода параметров. В поле **Диаметр** введите диаметр ручки **10 мм**. Нажмите кнопку **ОК** в строке ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре. На экране появится изображение кувшина с ручкой, как на рис. 6.



Рис. 6. Объемная модель кувшина на рабочей плоскости




Для получения изометрического изображения нажмите клавишу **Отображение изометрического вида** . На экране появится объемное изображение кувшина, с помощью команд **Вращение** , **Перемещение** , увеличения или уменьшения изображения с помощью колеса прокрутки поверните изображение модели, как показано на рис. 7, и увеличьте во весь экран.



Рис. 7. Объемная модель кувшина в изометрии

### 3. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом, отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте папку своей группы, найдите свою папку, откройте ее и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером УЭ07, например **Иванов УЭ07**.

### 4. Печать результатов построения

Если потребуется распечатать результаты построения, в меню **Файл** выбрать **Печать экрана** и нажать **ОК**. Печать настроить на лист альбомного формата.



Рис. 8. Распечатка результатов моделирования



**Задание для самостоятельной работы.** Выполнить произвольную композицию изделия тела вращения (вазу, амфору, чашку и т. п.).

### Учебный элемент УЭ 08

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси (твердотельная модель).

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете выполнять твердотельные 3D-построения в программе ADEM 9.0 в модуле CAD осесимметричных тел вращения.


#### Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.


#### Сопутствующие учебные элементы и пособия:


1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 01. 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.
4. УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.
5. УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.

### 1. Настройка параметров чертежа

1. **Запуск программы.** Нажать команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде **Все программы**. В открывшемся перечне программ выбрать папку **ADEM Group**, затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл  **ADEM**.
2. **Создание новой разработки.** Из выпадающего меню **Файл** выбрать команду **Создать**.
3. **Выбор формата листа.** Из выпадающего меню **Режим** выделить команду **Формат листа** и выбрать формат A4.
4. **Установка шага сетки.** По умолчанию шаг сетки 10 мм. Для изменения нажать клавишу **G**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага сетки и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.



5. **Установка шага курсора.** По умолчанию шаг курсора 5 мм. Для изменения нажать клавишу **D**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.

6. **Тип линии.** По умолчанию тип линии — сплошная основная. Выбор линий производится в закладке **Типы линий** .

7. **Масштаб.** По умолчанию масштаб 1:1. Изменение масштаба выполняется нажатием кнопки **Масштаб пользователя**  и вводом нового значения в окне **Масштаб**.

8. **Стандарт.** По умолчанию ЕСКД.

9. **Точность.** По умолчанию единицы измерения — миллиметры, точность — 2 знака после запятой.

10. **Автопривязка.** Нажатием на кнопку **Фильтры автопривязки**  открыть табло с указанием видов точек привязки и выделить нужные. Для включения автопривязки нажать кнопку **Включение автопривязки** .

Система подготовлена к проектированию.

## 2. Выполнение построений и моделирование

Создать объемную модель ступенчатого вала согласно рис. 1.

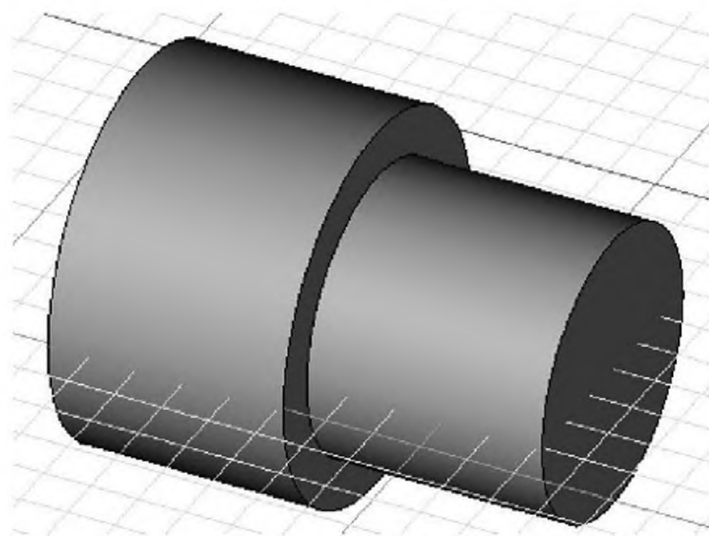




Рис. 1. Объемная модель ступенчатого вала

### Шаг 1. Разработка шаблона модели ступенчатого вала.

Переместите курсор в место расположения точки **O** (рис. 2) и нажатием клавиши **O** (лат.) перенести начало координат в указанную точку (зеленые стрелки с указанием направлений осей координат **X** и **Y**).

Перемещениями курсора с помощью клавиатуры по клеточкам по координатам **X** и **Y** передвигайте курсор по точкам шаблона (рис. 2), отмечая каждый узел вспомогательной точкой, нажимая клавишу **N**.

Включите автопривязку  и нажмите кнопку **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты**. Укажите последовательно все узлы контура (1, ..., 6), отмеченные вспомогательной точкой зеленого цвета. Нажмите **среднюю** кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения построения, начальный и конечный узлы контура будут соединены прямолинейным сегментом и получится шаблон для последующего шага — вращение (рис. 3).

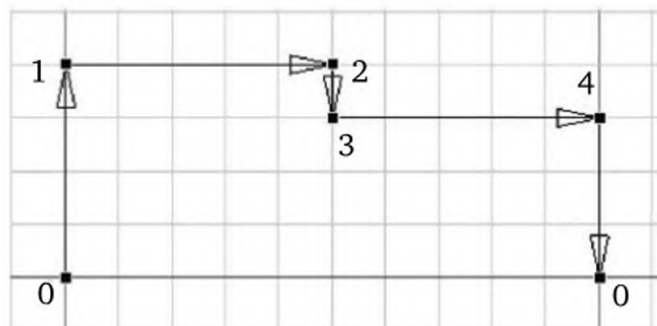


Рис. 2. Вспомогательные точки для построения шаблон боковой поверхности вала

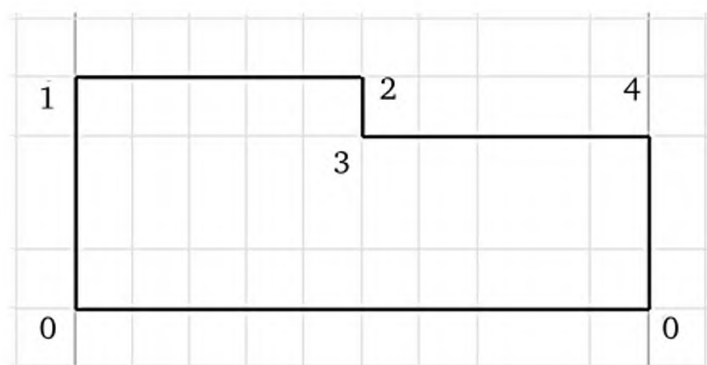


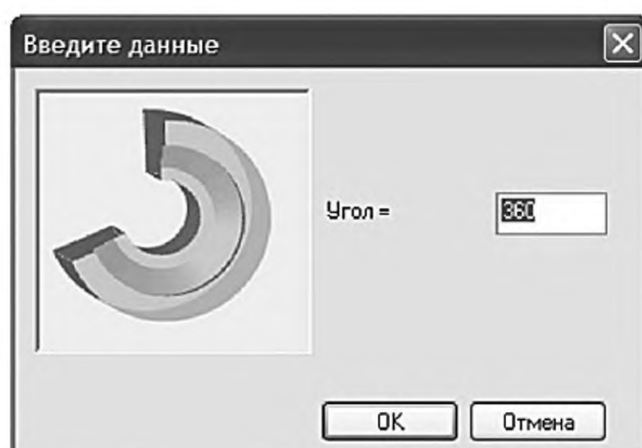


Рис. 3. Шаблон для образования твердотельной модели ступенчатого вала вращением вокруг вертикальной оси

**Шаг 2. Разработка объемной модели.** Установить способ отображения модели нажав кнопку **Режимы отображения**  при появлении диалога **Изображение** установить флажок **Включено** в группе **Тонирование**, установить **Сглаживание** = 10, **Освещенность** = 50 %.

Нажать кнопку **Вращение**  на панели инструментов **3D Объекты**. Появится подсказка **Профиль?** Выделите контур шаблона курсором с нажатием левой кнопки мыши, линии изменят цвет на оранжевый, нажмите **среднюю** кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора.

На экране появится табло **Введите данные**. В поле **Угол** введите угол вращения **360 градусов**. Нажмите кнопку **ОК** в строке ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре.



В строке **Подсказка** появится запрос **Точка оси?** Укажите точки **О-О**, определяющие горизонтальную ось вращения. На экране появится изображение, показанное на рис. 4.

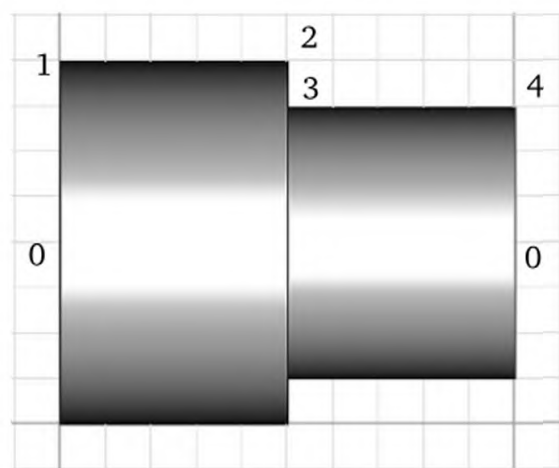



Рис. 4. Объемное изображение тела ступенчатого вала, созданное вращением вокруг горизонтальной оси

Для отображения изометрического вида нажмите клавишу , на экране появится изображение вала, показанное на рис. 5.

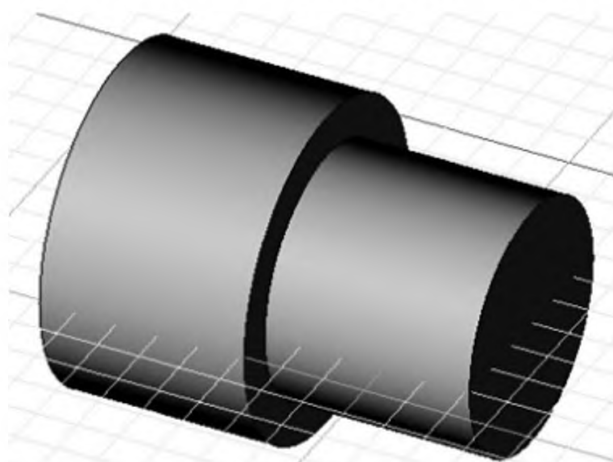


Рис. 5. Объемная модель вала на рабочей плоскости

### 3. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом, отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте папку своей группы, найдите свою папку, откройте ее и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером **УЭ08**, например **Иванов УЭ08**.

### 4. Печать результатов построения

Если потребуется распечатать результаты построения, в меню **Файл** выбрать **Печать экрана** и нажать **ОК**. Печать настроить на лист альбомного формата.

#### Учебный элемент УЭ 09

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля.

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете выполнять 3D-построения корпусных деталей в программе ADEM 9.0 в модуле CAD.

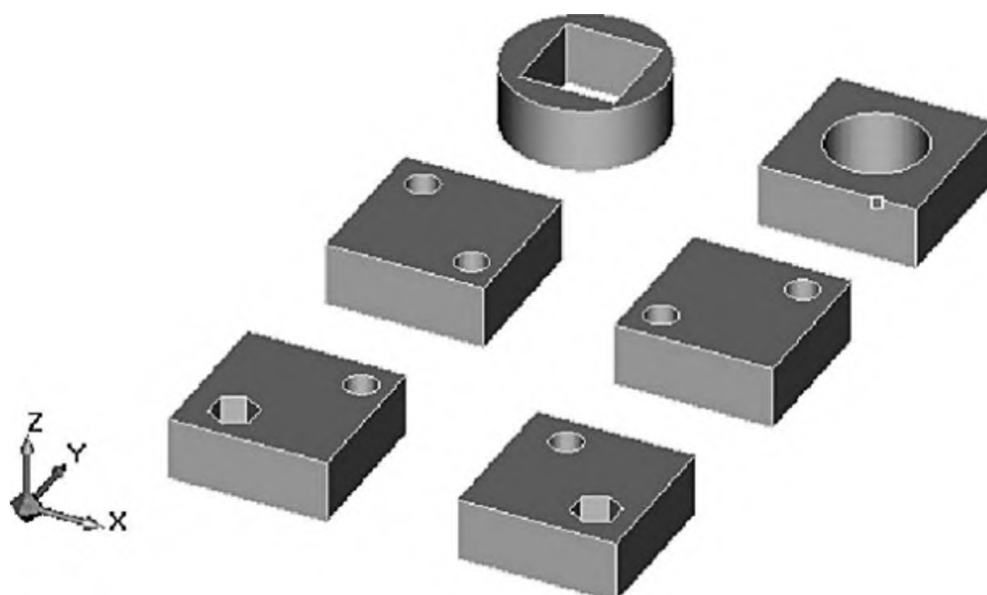
#### Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

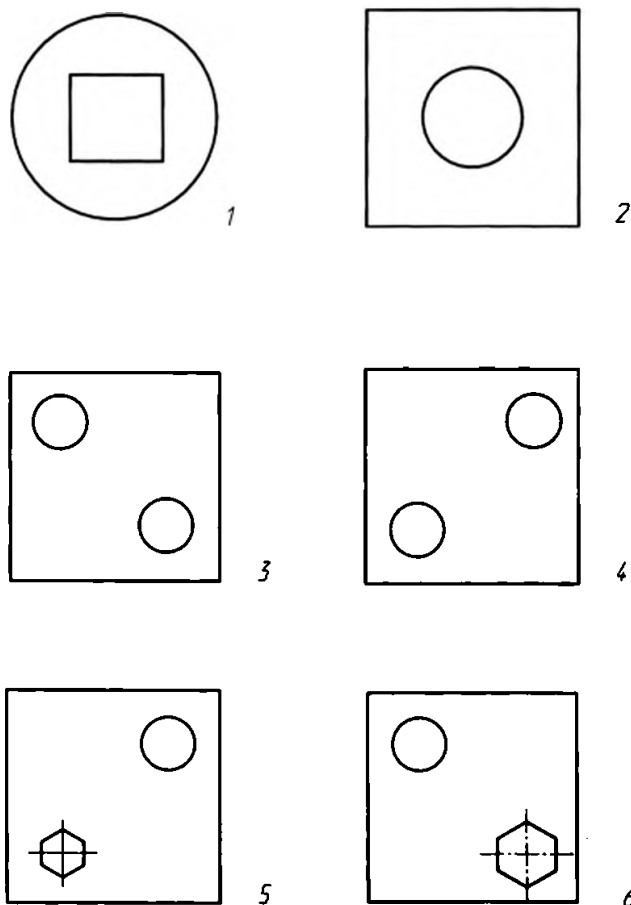
#### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 01. 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей.
4. УЭ 02. 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов.
5. УЭ 03. 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений.

**Задание.** Выполнить построения 3D-моделей фигур способом смещения профиля.



Для получения моделей на формате A4 подготовить шаблоны (см. рис.), размер каждого изображения примерно 50 × 50 мм.




*Шаблоны для разработки 3D модели*

## 1. Настройка параметров чертежа

1. **Запуск программы.** Нажать команду Пуск в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде Все про-




граммы. В открывшемся перечне программ выбрать папку **ADEM Group**, затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл  **ADEM**.


2. **Создание новой разработки.** Из выпадающего меню **Файл** выбрать команду **Создать**.

3. **Выбор формата листа.** Из выпадающего меню **Режим** выделить команду **Формат листа** и выбрать формат A4.

4. **Установка шага сетки.** По умолчанию шаг сетки 10 мм. Для изменения нажать клавишу **G**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага сетки и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.



5. **Установка шага курсора.** По умолчанию шаг курсора 5 мм. Для изменения нажать клавишу **D**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.

6. **Тип линии.** По умолчанию тип линии — сплошная основная. Выбор линий производится в закладке **Типы линий** .

7. **Масштаб.** По умолчанию масштаб 1:1. Изменение масштаба выполняется нажатием кнопки **Масштаб пользователя**  и вводом нового значения в окне **Масштаб**.

8. **Стандарт.** По умолчанию ЕСКД.

9. **Точность.** По умолчанию единицы измерения — миллиметры, точность — 2 знака после запятой.


10. **Автопривязка.** Нажатием на кнопку **Фильтры автопривязки**  открыть табло с указанием видов точек привязки и выделить нужные. Для включения автопривязки нажать кнопку **Включение автопривязки** .


Система подготовлена к проектированию.

## 2. Команды для построения шаблонов

Для построения шаблонов используются команды окружность, прямоугольник и правильный многоугольник.

**Для построения Окружности по центру и узлу на окружности необходимо:**

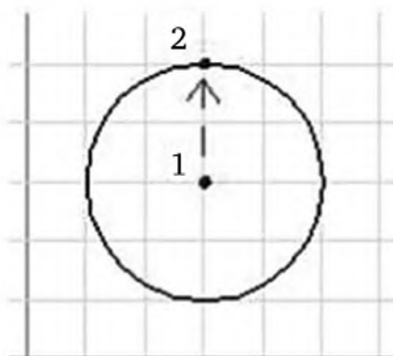
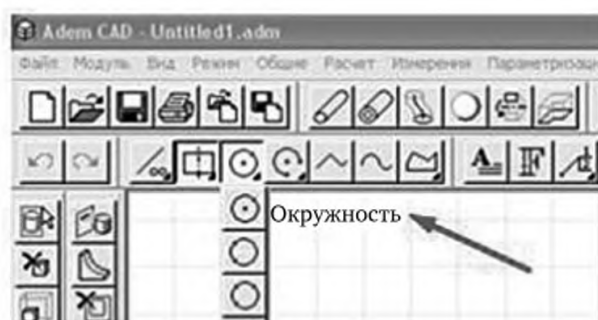
1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность** .

2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выбрать команду **Окружность**  из открывающейся панели инструментов.



3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.

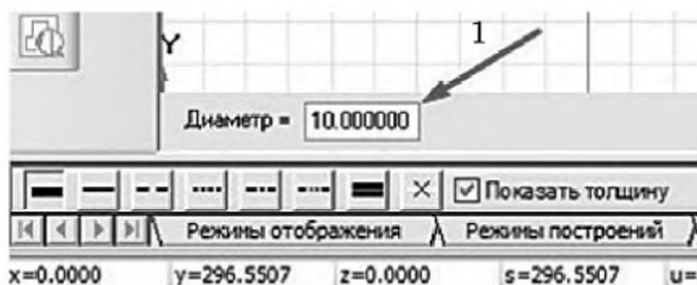
4. Подвести курсор к месту расположения центра окружности (точка 1) и щелкнуть левой кнопкой мыши.

5. Переместить курсор от центра к расположению узла на предполагаемой окружности (точка 2) и щелкнуть левой кнопкой мыши. На рабочем поле появится изображение окружности нужного диаметра.





**Чтобы построить Окружность заданного диаметра без осей симметрии, необходимо:**

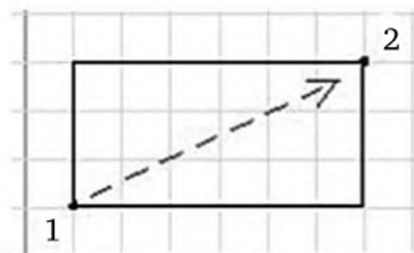
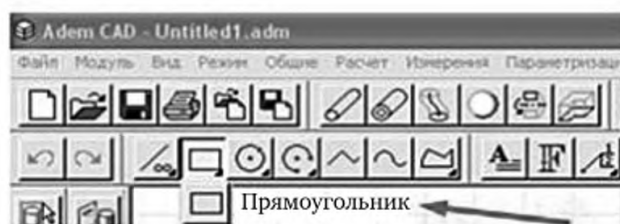
1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Окружность** .
2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выбрать **Окружность заданного диаметра**  из открывающейся панели инструментов.
3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.
4. В поле **Диаметр**, расположенном в левом нижнем углу, ввести значение диаметра окружности с клавиатуры и нажать клавишу **ENTER**.
5. Указать курсором и щелчком левой кнопки центр расположения окружности (точка 1). На рабочем поле появится изображение окружности без осей симметрии заданного диаметра.





Для выхода из команды нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ENTER**.

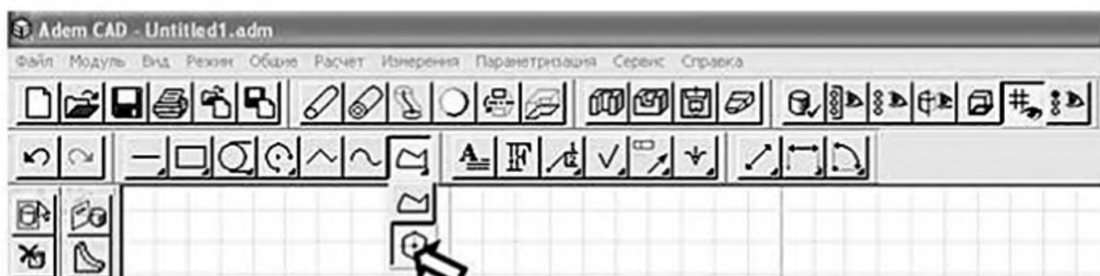
**Для построения Прямоугольника необходимо:**

1. Подвести курсор к черному треугольнику в правом нижнем углу на кнопке **Прямоугольник** .
2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, выбрать нужную команду из открывающейся панели инструментов по виду прямоугольника. В данном примере **Прямоугольник** .
3. Отпустив левую кнопки мыши, включить эту команду.
4. Указать курсором и нажатием левой кнопки мыши два противоположных угла (1 и 2) прямоугольника. На рабочем поле появится выбранное изображение прямоугольника с линиями черного цвета (тип линии — **Основная**).



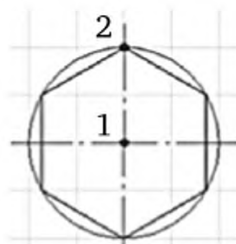
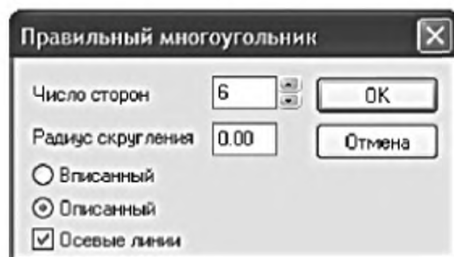
Для построения Правильного многоугольника:

1. Подвести курсор к кнопке **Замкнутый контур**  на панели инструментов **2D Объекты** и остановить его на черном треугольнике правом нижнем углу клавиши, нажать левую кнопку мыши. Откроется клавиатура с пиктограммами; удерживая ее, выбрать кнопку **Многоугольник с осями симметрии**  и левую кнопку мыши отпустить.



2. На появившемся табло задать число сторон многоугольника в поле **Число сторон**, выбрать вид построения **Вписанный** в окружность или **Описанный** и нажать кнопку ОК.


3. Перемещением курсора и поочередным щелчком левой кнопки мыши указать центр многоугольника (1) и точку (2), через которую должна проходить одна из осей симметрии.



Используя сведения о командах, описанных выше, построить шаблоны будущих моделей.

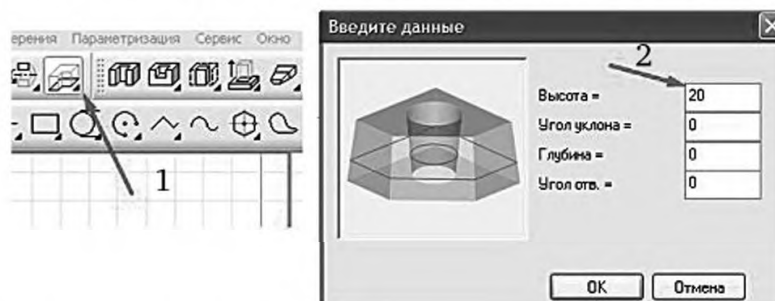
### 3. Создание моделей смещением профиля

На основе созданных шаблонов построить объемные модели. Чтобы создать тело смещением ранее созданного профиля, необходимо:

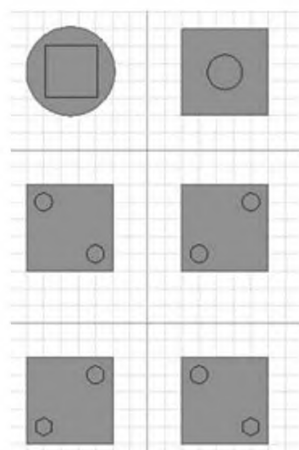
1. Нажать кнопку **Смещение**  (1) на Панели инструментов объемных объектов. В строке состояния появится запрос **Выберите Профили/ESC**.

2. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выбрать контуры построенных шаблонов. Выбранные элементы подсветятся оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки мыши или клавиши **ESC**. На экране появится табло **Введите данные**.

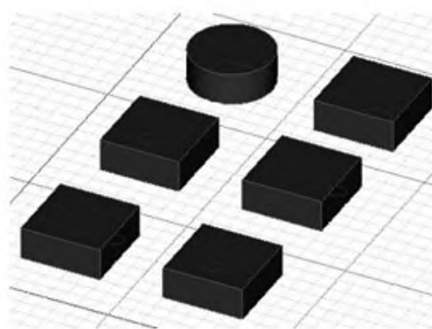
3. В поле **Высота** (2) ввести с клавиатуры значения **20**.



4. Нажать кнопку **OK** в окне ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре. Будут построены объемные тела, но без отверстий.




Вид на рабочей плоскости

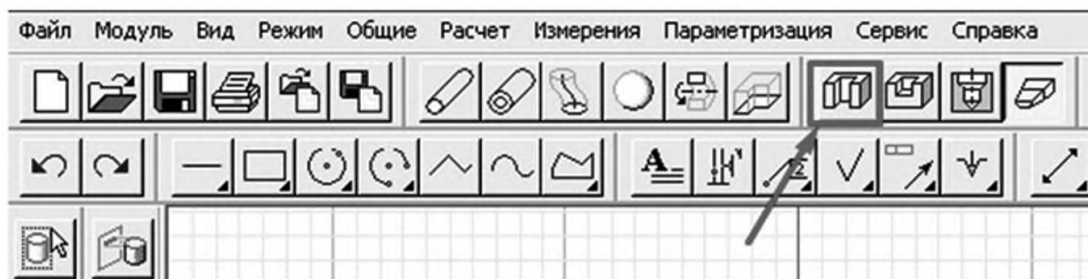


АксонOMETрический вид

#### 4. Создание сквозных отверстий

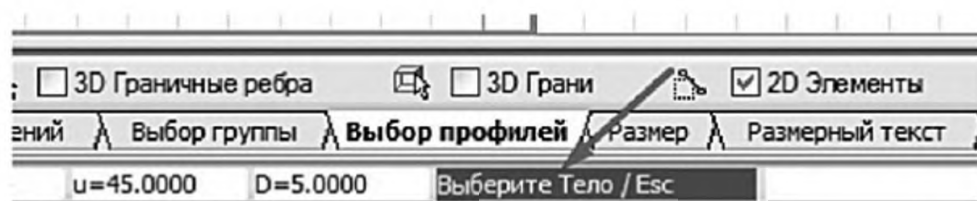
**Чтобы создать сквозное отверстие, необходимо:**

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по кнопке **Сквозное отверстие**  на панели инструментов запустить команду.

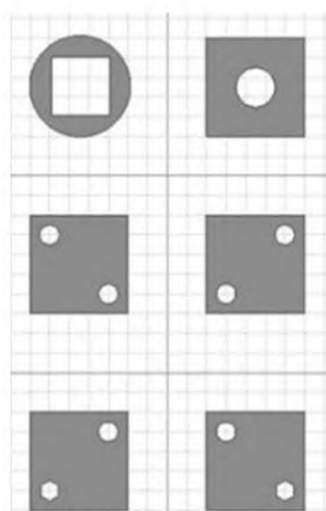


2. В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Профиль/ESC**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши профиль или профили будущих отверстий. Выбран-

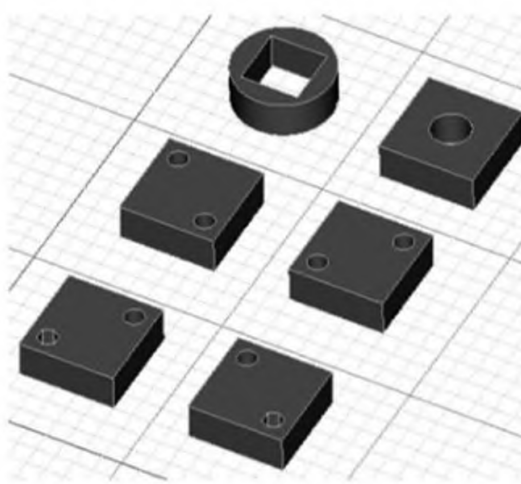
ные профили подсвечиваются оранжевым цветом. Подтвердить выбор нажатием средней кнопки мыши или клавиши **ESC**. В нижней части экрана на синем фоне в строке состояния появится запрос **Выберите тело**.



3. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши объемное тело, в котором планируете создать отверстие. При выборе тела необходимо указать на ту часть, которая должна быть оставлена после выполнения операции. В выбранном теле будет создано сквозное отверстие.



Видна рабочей плоскости



АксонOMETрический вид

## 5. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом, отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте папку своей группы, найдите свою папку, откройте ее и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером **УЭ09**, например **Иванов УЭ09**.

### Учебный элемент УЭ 10

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Редактирование объемных изображений.



## Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете редактировать объемные изображения.

### Оборудование, компьютерные программы:

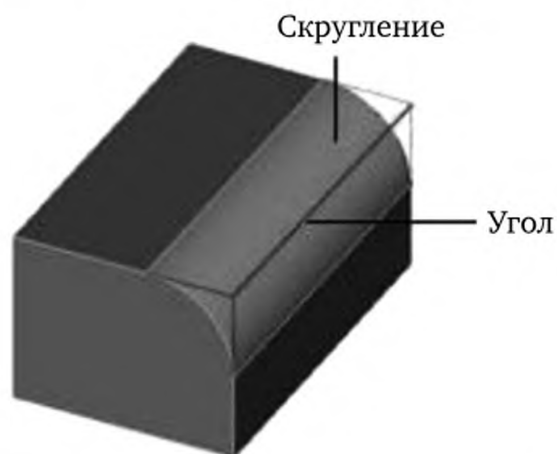
1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

### Сопутствующие учебные элементы и пособия:


1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 07. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Поверхностная модель.
4. УЭ 08. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Твердотельная модель.
5. УЭ 09. 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля.

Функции редактирования 3D-изображений скругления ребер и создания на них фасок используются для внесения изменений в геометрию объемных моделей. Команды **Скругления** и **Создания фаски** позволяют выполнять скругления постоянного и переменного радиусов, а также построение фаски на постоянное или переменное расстояние на заданных ребрах 3D-тела.

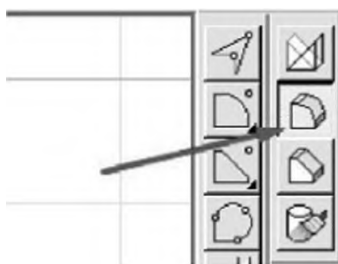
Команда **Постоянное скругление** позволяет создавать скругление постоянного радиуса на ребрах открытых оболочек и объемных тел.



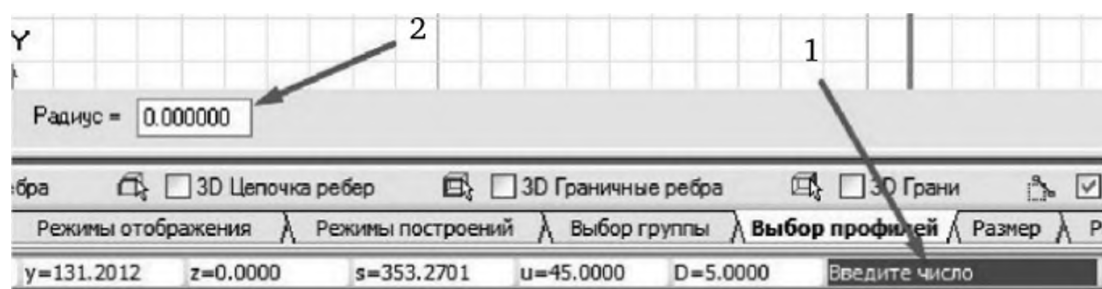
### Чтобы создать постоянное скругление на ребре, необходимо:

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Постоянное скругление** .



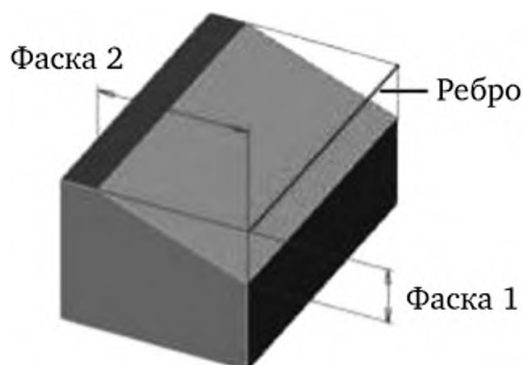


2. В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Ребра**. Указанием курсора и щелчками левой кнопки мыши указать на ребра, на которых требуется построить. Нажать **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. В нижней части окна появится строка ввода параметров, а в строке состояния запрос **Введите число** (1).




3. В поле **Радиус =** (2) ввести с клавиатуры численное значение радиуса скругления. Нажать кнопку **OK** или клавишу **ENTER**, скругление указанной кромки будет выполнено.

Команда **Фаска на ребре** позволяет создавать фаску с различным размером сторон на выбранных ребрах открытых оболочек и объемных тел.



**Чтобы создать фаску на ребре, необходимо:**

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Фаска на ребре** . В строке состояния, в нижней части экрана на синем фоне, появится запрос **Ребра**?

2. Выбрать ребра указанием курсора на ребро и щелчком левой кнопки мыши и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. На экране появится табло **Введите данные**.

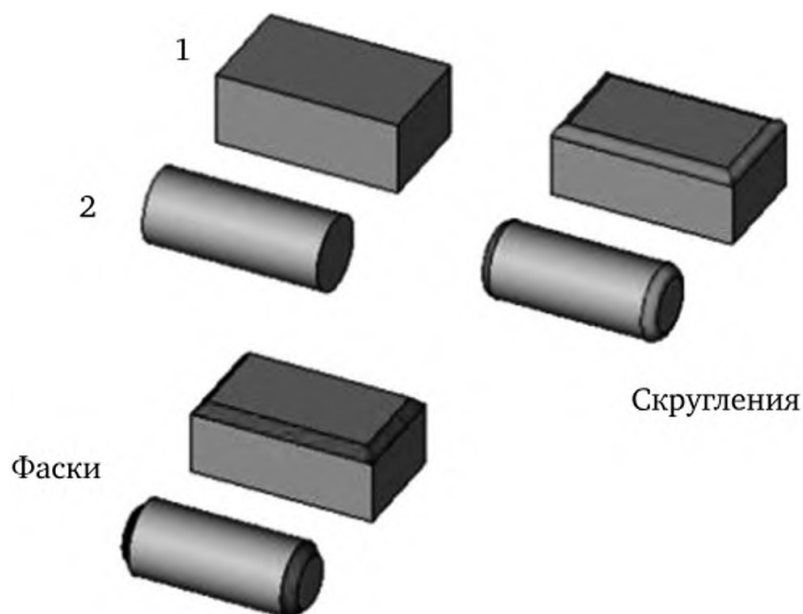
Введите данные

Фаска 1 =	Фаска 2 =	Угол =	Направление
3	3		<input type="checkbox"/> Направление
0	0	0	
1	1	10	
1.6	1.6	15	
2	2	20	
2.5	2.5	25	
3	3	30	
4	4	35	
5	5	40	
6	6	45	

OK Отмена

3. Если фаска равносторонняя, то в поле **Фаска 1 = (2)**, если стороны фаски имеют различные размеры сторон, то заполняются окна **Фаска 1 =** и **Фаска 2 = (2)**. Нажать кнопку **OK** в строке ввода значений на экране. Фаски на ребрах будут построены.

**Задание для самостоятельной работы.** Выполните построение объемных моделей и создайте на их кромках скругления и фаски (см. рис.).



Порядок выполнения задания:

1. Запустить программу ADEM 9.0.
2. Из выпадающего меню **Файл** выбрать команду **Создать**
3. Из выпадающего меню **Режим** выделить команду **Формат листа** и выбрать формат A4.
4. По умолчанию:
  - тип линии — сплошная основная;
  - масштаб 1:1;
  - точность — 2 знака после запятой;
  - стандарт ЕСКД;
  - шаг сетки 10 мм;
  - шаг курсора 5 мм.

5. С помощью команды **Прямоугольник** выполнить профиль для получения модели параллелепипеда (фиг. 1) способом смещения.
6. С помощью команды проволока выполнить модель цилиндра (фиг. 2).
7. С помощью команды **Копия** скопировать две пары изображений деталей 1 и 2.
8. С помощью команды **Постоянное скругление** выполнить скругление кромок деталей.
9. С помощью команды **Фаска на ребре** выполнить фаски на кромках деталей.
10. Сохранить выполненную разработку под именем **Иванов УЭ10**.

### Учебный элемент УЭ 11

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модуль:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Булевы операции с объемными изображениями.

#### Цели

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM в модуле CAD осуществлять следующие типы **булевых операций** с объемными изображениями: объединение, пересечение и вычитание.


#### Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

#### Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 08. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Твердотельная модель
4. УЭ 09. 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля.

### 1. Настройка параметров чертежа


1. **Запуск программы.** Нажать команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде **Все программы**. В открывшемся перечне программ, выбрать папку **ADEM Group**, затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл  **ADEM**.


2. **Создание новой разработки.** Из выпадающего меню **Файл** выбрать команду **Создать**.

3. **Выбор формата листа.** Из выпадающего меню **Режим** выделить команду **Формат листа** и выбрать формат A4.

4. **Установка шага сетки.** По умолчанию шаг сетки 10 мм. Для изменения нажать клавишу **G**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага сетки и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.



5. **Установка шага курсора.** По умолчанию шаг курсора 5 мм. Для изменения нажать клавишу **D**, в появившемся окне **Шаг** ввести новое значение шага курсора и нажать кнопку **ОК** или клавишу **ENTER**.

6. **Тип линии.** По умолчанию тип линии — сплошная основная. Выбор линий производится в закладке **Типы линий** .

7. **Масштаб.** По умолчанию масштаб 1:1. Изменение масштаба выполняется нажатием кнопки **Масштаб пользователя**  и вводом нового значения в окне **Масштаб**.

8. **Стандарт.** По умолчанию ЕСКД.

9. **Точность.** По умолчанию единицы измерения — миллиметры, точность — 2 знака после запятой.

10. **Автопривязка.** Нажатием на кнопку **Фильтры автопривязки**  открыть табло с указанием видов точек привязки и выделить нужные. Для включения автопривязки нажать кнопку **Включение автопривязки** .

Система подготовлена к проектированию.

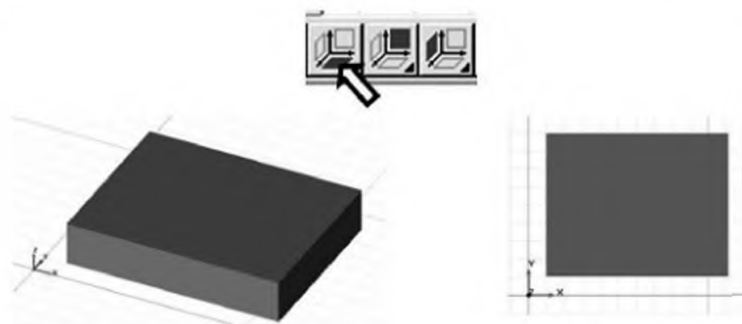
## 2. Задание рабочей плоскости

Рабочая плоскость — это плоскость в пространстве, заданная пользователем в текущий момент. Плоские элементы всегда создаются в текущей рабочей плоскости. Рабочая плоскость отображается в виде сетки зеленого цвета. Размер отображаемой сетки и ее положение зависит от габаритов трехмерной модели, и ее расположения в пространстве, а также от расположения начала относительной системы координат в рабочей плоскости. Вы можете включать и отключать отображение рабочей плоскости с помощью команды **Режимы отображения**.

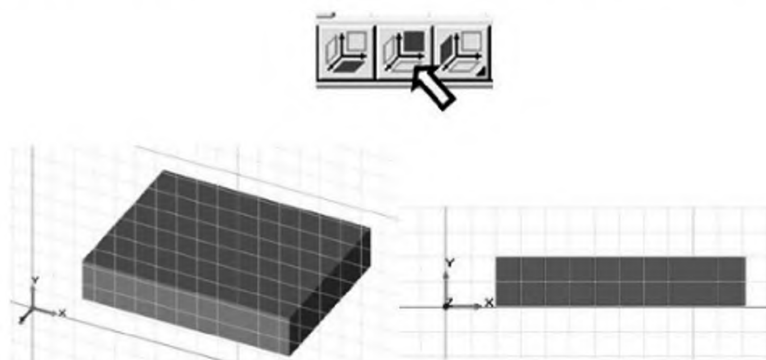
По умолчанию команды задания рабочей плоскости расположены на панели инструментов **Рабочая плоскость**, которая находится внизу окна модуля ADEM CAD. Эти команды позволяют задавать положение рабочей плоскости и ее системы координат, сохранять текущую рабочую плоскость и систему координат и восстанавливать одну из ранее сохраненных рабочих плоскостей.

Расположение рабочей плоскости в пространстве задается с помощью следующих команд, которые находятся на панели инструментов **Рабочая плоскость**:

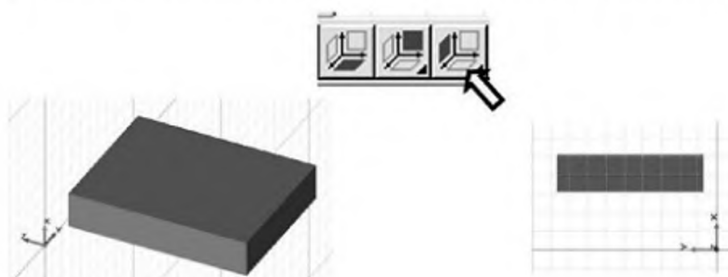
1. Выбор активной абсолютной рабочей плоскости **XY**



2. Выбор активной абсолютной рабочей плоскости **XZ**




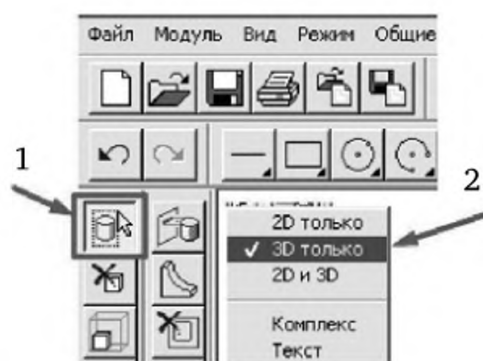
3. Выбор активной абсолютной рабочей плоскости **YZ**




### 3. Булевы операции

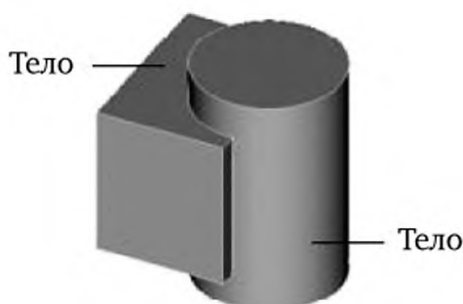
В ADEM реализованы следующие типы булевых операций: объединение, пересечение и вычитание. Команда **Объединение** позволяет объединить отдельные 2D-контуры и 3D-тела в одно тело, **Пересечение** — найти их общую часть, **Вычитание** — удалить из одного элемента общую с другим элементом часть.

Для выполнения вышеперечисленных команд необходимо выделить объект, с которым производятся действия. Подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений. Нажатием левой кнопки мыши открыть табло с видами выделений. Удерживая левую кнопку мыши, перевести курсор на нужную строку табло (в этом случае — **3D только**) — она поменяет фон на синий цвет (2). Отпуская левую кнопку мыши, зафиксировать выбранное значение.




Перевести курсор на необходимый объект и щелчком левой кнопки мыши выделить его — выбранный контур окрасится в красный цвет, и с ним произвести действия указанные ниже. Чтобы снять выделение, повторно нажать кнопку **Выбор элемента** .

Команда **Объединение** позволяет объединять несколько объемных тел в одно.

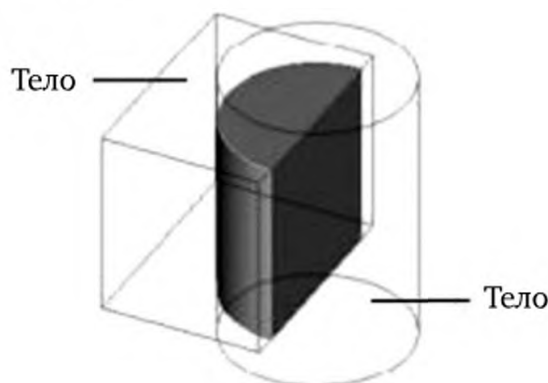


Для объединения элементов выделите их указанием курсора и нажатием левой кнопки:

1. Нажмите кнопку **Объединение**  на панели **Операции с группами объектов**.


2. Если ни один элемент не выбран, то после нажатия на кнопку **Объединение** укажите курсором и нажатием левой кнопки объемные элементы, которые Вы хотите объединить и нажмите клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения операции.

Команда **Пересечение** выполняет булеву операцию пересечения. Результатом операции является элемент, состоящий из общей части выбранных элементов.



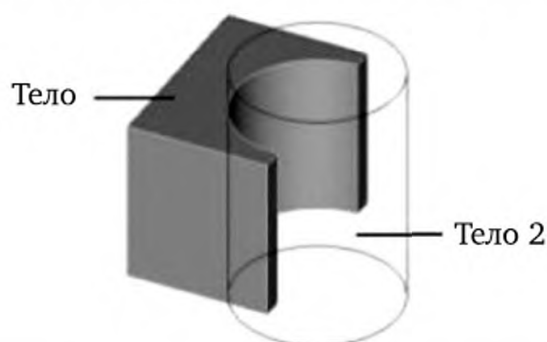


Для выполнения операции пересечения выделите их указанием курсора и нажатием левой кнопки:


1. Нажмите кнопку **Пересечение**  на панели **Операции с группами объектов**.

2. Если элементы не были предварительно выбраны с помощью команды **Выбор элемента**, то выберите элементы, пересечение которых Вы хотите найти, указав их курсором или с помощью рамки выбора и нажмите клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора.

Команда **Вычитание** позволяет вычесть объемные элементы из первого выбранного элемента. Из первого указанного тела последовательно вычитаются все остальные выбранные тела.



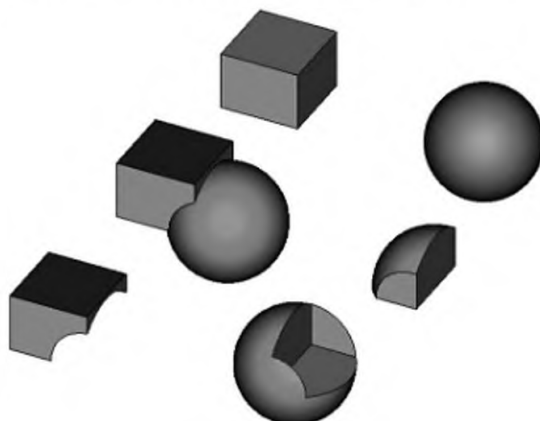
Для выполнения операции вычитания выделите их указанием курсора и нажатием левой кнопки:

1. Нажмите кнопку **Вычитание**  на панели **Операции с группами объектов**.

2. Если тела не были предварительно выбраны с помощью команды **Выбор тела**, то первым выберите тело, из которого Вы хотите вычесть остальные тела.

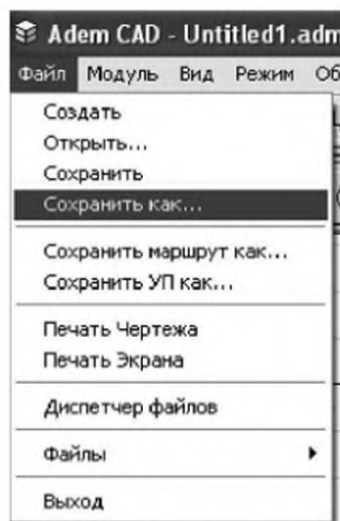
3. Если элементы не были предварительно выбраны с помощью команды **Выбор элемента**, то выберите элементы, пересечение которых Вы хотите найти, указав их курсором, и нажмите клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора.

**Задание для самостоятельной работы.** Выполните построение объемных моделей и произведите с ними булевы операции (см. рис.)

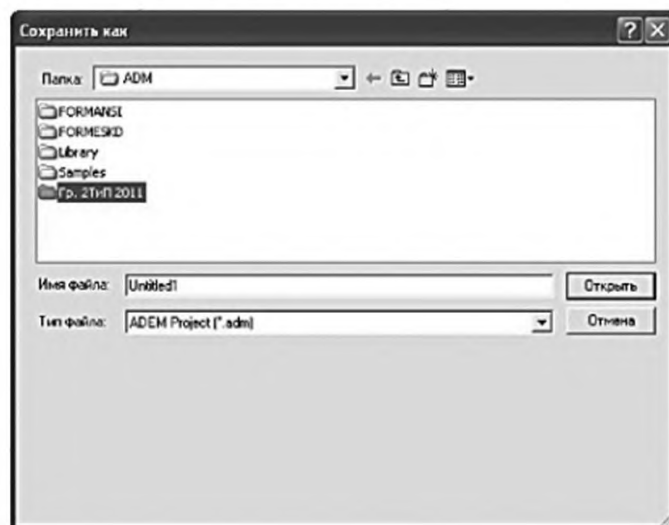


#### 4. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подведите курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подведите курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом.



Отпустите левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Откройте в папке **ADM** папку своей группы.



Создайте свою папку, присвоив ей имя по своей фамилии, например **Иванов**. Откройте ее и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером учебного элемента, например **Иванов УЭ11**.

#### Учебный элемент УЭ 12

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модульный блок:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Самостоятельная работа по 3D-построениям.

## Цели

Выполнив самостоятельно задание этого учебного элемента, Вы подтверждаете свою компетентность для выполнения 3D-построений в программе ADEM 9.0 в модуле CAD.

## Оборудование, компьютерные программы:

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

## Сопутствующие учебные элементы и пособия:

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 08. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Твердотельная модель
4. УЭ 09. 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля.
5. УЭ10. 3D-моделирование. Управление 3D-изображениями. Редактирование объемных изображений.

**Самостоятельная работа.** Выполнить 3D-модели крепежных деталей «Болт» с головками разных конфигураций и «Гайка» на формате А4, аксонометрические изображения которых показаны на рис. 1 в виде технического рисунка.

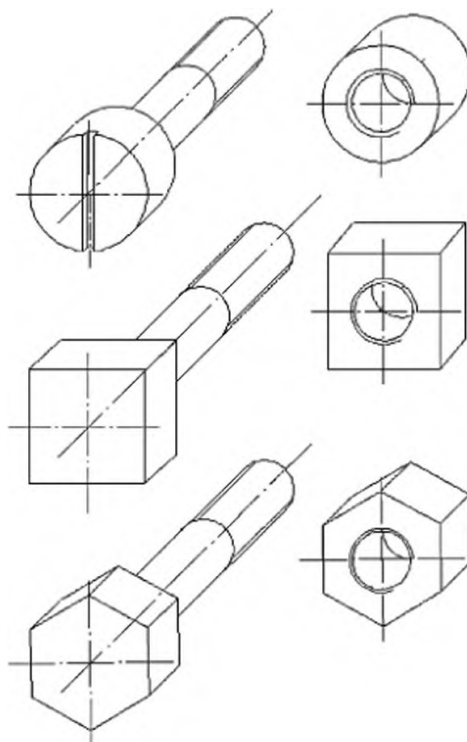


Рис. 1

Пример выполнения задания показан на рис. 2.

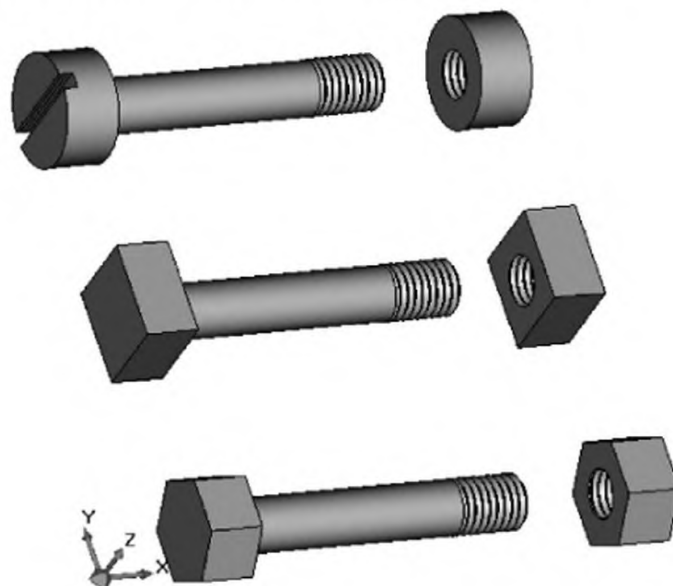


Рис. 2

Откройте свою именную папку и сохраните в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером УЭ12, например **Иванов УЭ12**.

### **Учебный элемент УЭ 13**

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модуль:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Разработка 3D-модели и технического рисунка детали тела вращения.

#### **Цели**

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM в модуле CAD разрабатывать 3D-модели и технические рисунки деталей тел вращения.

#### **Оборудование, компьютерные программы:**

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

#### **Сопутствующие учебные элементы и пособия:**

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.

2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.

3. УЭ 10. 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси. Твёрдотельная модель.

**Задание.** Разработать объемную 3D-модель ступенчатого вала с отверстием внутри, выполнить технический рисунок детали в виде аксонометрического изображения в виде прямоугольной изометрии на формате листа A4 (см. рис. 1).

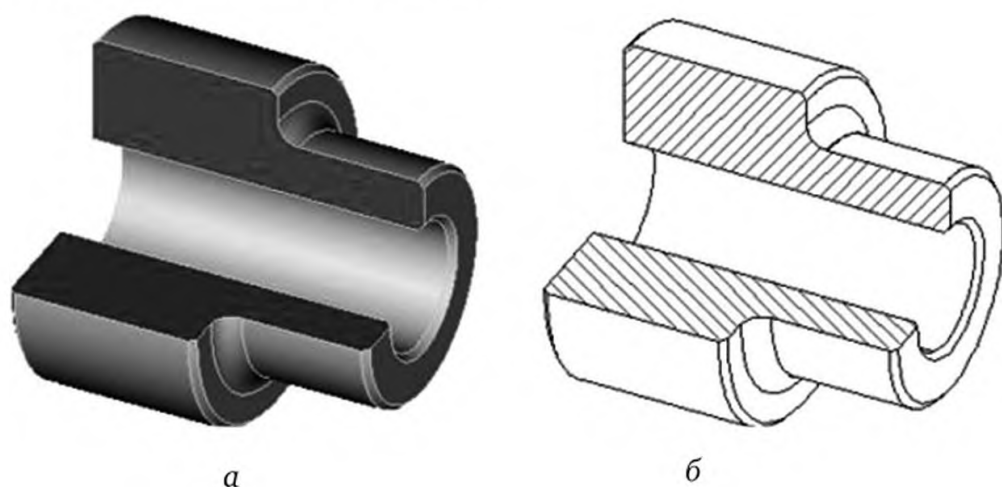



Рис. 1. Компьютерная объемная 3D-модель детали с разрезом (а) и ее изометрический вид (б)

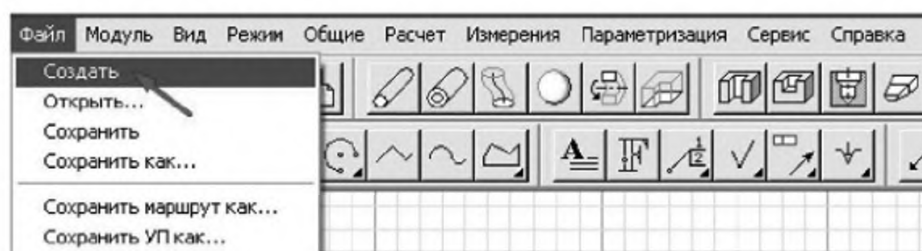
**Запуск программы.** Нажать команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде **Все программы**. В открывшемся перечне программ выбрать папку **ADEM Group**, затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл  **ADEM**.

## 1. Работа с файлами

Разработка технического рисунка выполняется в конструкторском модуле системы. Указанием курсора и нажав и удерживая левую кнопку мыши на команде **Модуль** в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню, указанием курсора выделить команду **ADEM CAD** (фон имени команды изменится на синий), отпустить левую кнопку мыши.

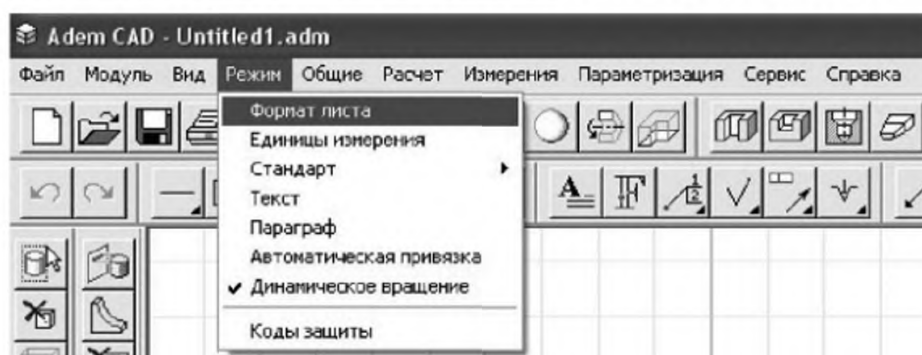


Разработка нового проекта начинается с команды **Создать**. Подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Создать** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом — отпустить левую кнопку. Система готова к выполнению нового проекта.

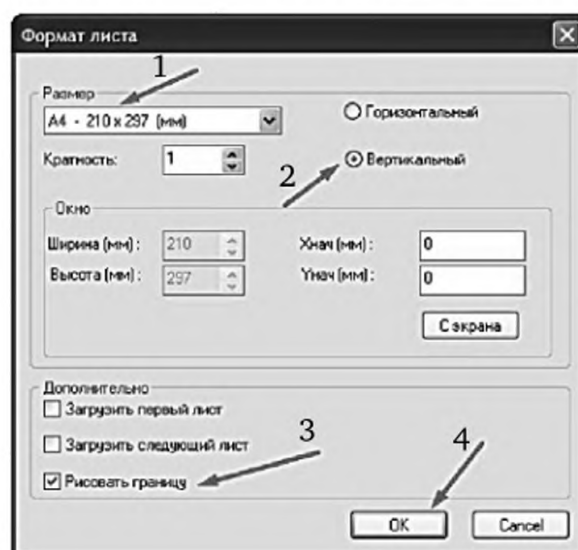


## 2. Настройка параметров чертежа

**Выбор формата листа.** Для выполнения проектирования выбрать формат листа. Подвести курсор к кнопке **Режим** в самом верхнем ряду команд, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Формат листа** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку мыши.



На экране появится табличка **Формат листа**. Подвести курсор к стрелке справа от окошка с надписью **Задан пользователем** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к нужной строке с размерами формата (на схеме это **A4 — 210 × 297 мм**), отпустить левую кнопку мыши. Установить расположение **Вертикальный** (2). Переместить курсор к окошку слева от надписи **Рисовать границу** (3) и нажать левую кнопку мыши. Подвести курсор к клавише **ОК** (4) на табличке и щелкнуть левой кнопкой мыши.

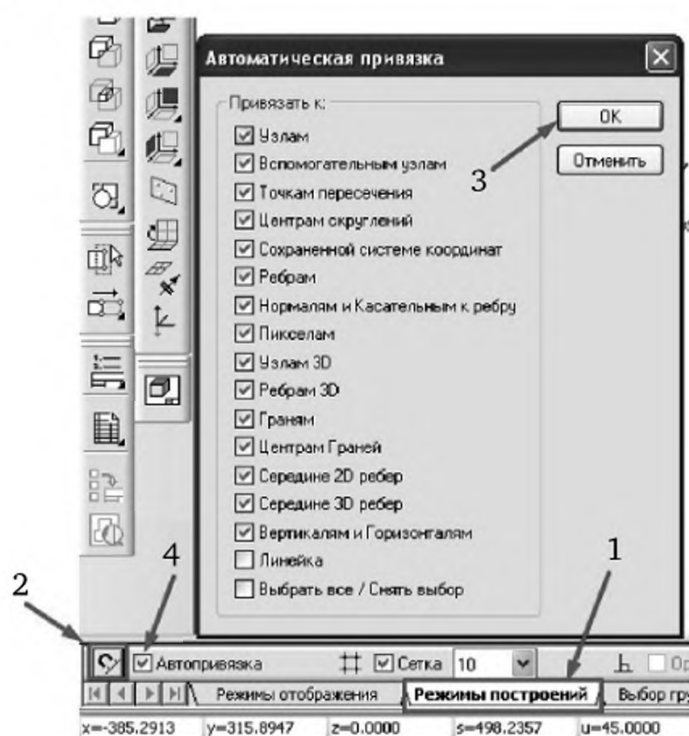




На рабочем поле появится вертикально расположенная рамка зеленого цвета размерами  $210 \times 297$  мм, в которой будет выполняться проектирование.

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

**Автоматическая привязка.** 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 окне **Автопривязка** (4).



### 3. Выполнение построений и моделирование

Создать объемную модель ступенчатого вала с отверстием внутри согласно рис. 2.

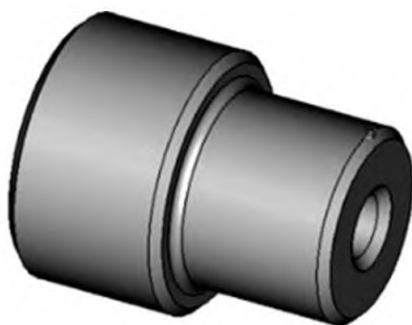


Рис. 2. Объемная модель ступенчатого вала

### Шаг 1. Разработка профиля модели ступенчатого вала.

Ориентировочные размеры изделия — длина 100 мм, диаметры соответственно 20, 60 и 80 мм. Длина каждой ступени 50 мм, все размеры отложить по клеткам. Перемещаем курсор в место расположения точки О (рис. 3) и нажатием клавиши **O** (лат.) переносим начало координат в указанную точку (зеленые стрелки с указанием направлений осей координат X и Y).

Перемещениями курсора по координатам X и Y передвигаем курсор по точкам профиля (рис. 3), отмечая каждый узел вспомогательной точкой нажатием клавиши **N** на клавиатуре.

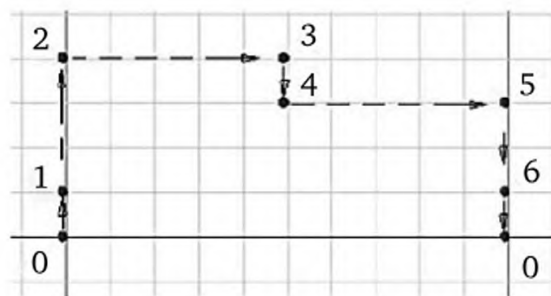
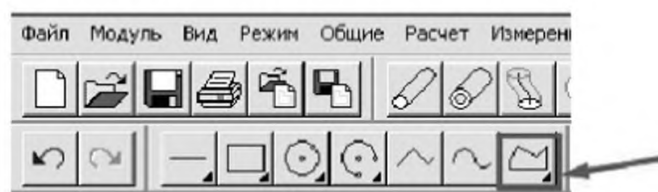


Рис. 3. Вспомогательные точки для построения профиля

Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Замкнутый контур**



Указать курсором и щелчками левой кнопки мыши последовательно все узлы контура (1, ..., 6) отмеченные вспомогательной точкой зеленого цвета. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения построения, начальный и конечный узлы контура будут соединены прямолинейным участком, и образуется профиль для последующего шага — вращения (рис. 4).

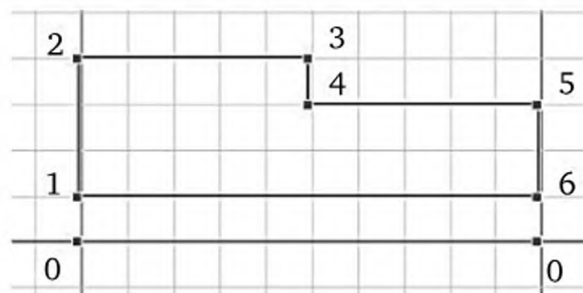


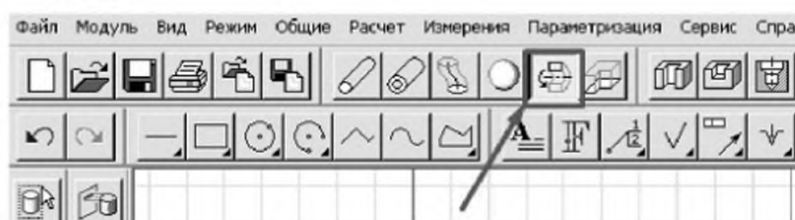
Рис. 4. Профиль для образования твердотельной модели ступенчатого вала вращением вокруг вертикальной оси

## Шаг 2. Разработка объемной модели.

Вначале требуется установить способ отражения модели. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши, нажав кнопку **Режимы отображения** (1), при появлении диалога **Изображение** установить флажок **Включено** в группе **Тонирование** (3), установить **Сглаживание** = 10 (2), **Освещенность** = 50 % (4), нажать кнопку **ОК** (5).



Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Вращение** (1).



В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится подсказка **Профиль?** Выделить контур профиля указанием курсором и нажатием левой кнопки мыши — линии изменят цвет на оранжевый, нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора.

В появившемся табло **Введите данные** в поле **Угол** (1) ввести угол вращения **360 градусов** и нажать кнопку **ОК** (2). В строке состояния на синем фоне появится **Точка оси?** Указать курсором и щелчками левой кнопки мыши точки **О-О**, определяющие вертикальную ось вращения. На экране появится изображение объемной модели.

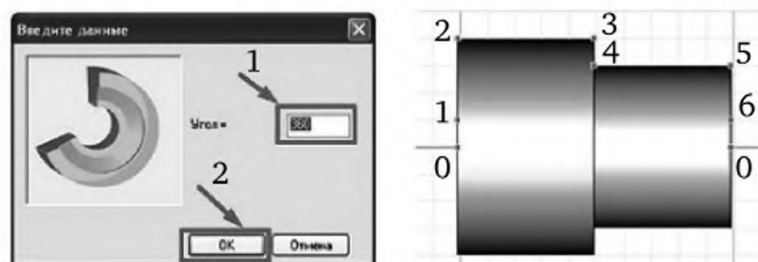



Рис. 5. Объемное изображение тела, созданное вращением профиля вокруг горизонтальной оси

### Шаг 3. Редактирование объемного изображения.

Для отображения изометрического вида нажать кнопку **Изометрический вид**  в верхней части экрана.



На экране появится изображение вала, показанное на рис. 5.

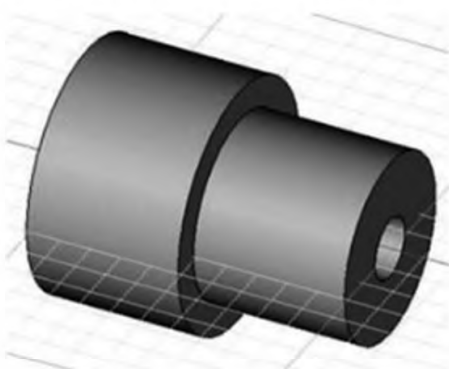



Рис. 6. Объемная модель на рабочей плоскости

Для создания равносторонних фасок на ребрах нажать кнопку **Фаска на ребре**  в строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Ребра?** Выбрать ребра указанием курсора (они поменяют цвет на красный) и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. В появившемся табло **Введите данные** в поле **Фаска 1** ввести значения фаски **3** и кнопку **ОК**. На экране появится изображение вала с фасками (1—4), см. рис. 6.

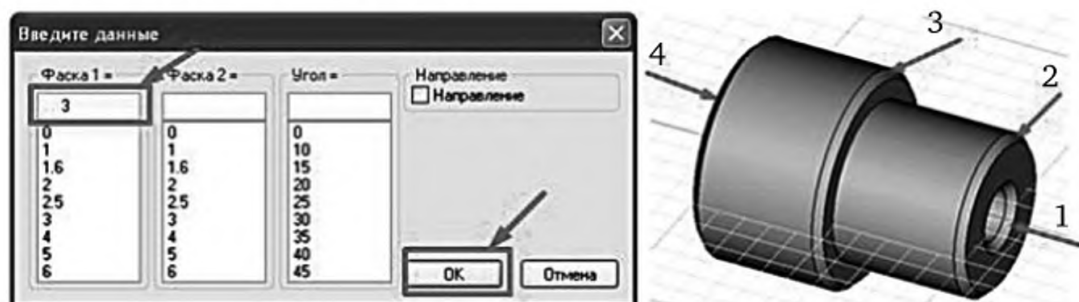



Рис. 7. Объемная модель с фасками

Чтобы создать постоянное скругление в зоне перехода от горизонтальной поверхности к поверхности торца, нажать кнопку **Постоянное скругление** . в строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Ребра?** Выбирать ребро перехода

ступени вала указанием курсора и нажатием левой кнопки мыши (оно поменяют цвет на красный), нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. Задать радиус скругления **5** и нажать клавишу **ENTER** или кнопку **OK** в строке ввода значений.

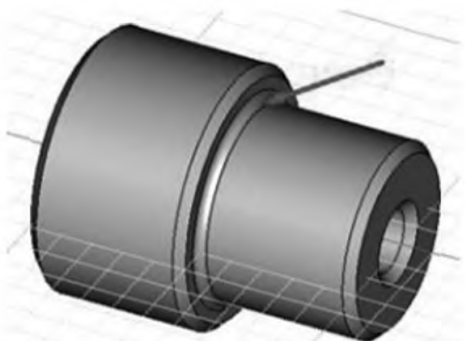
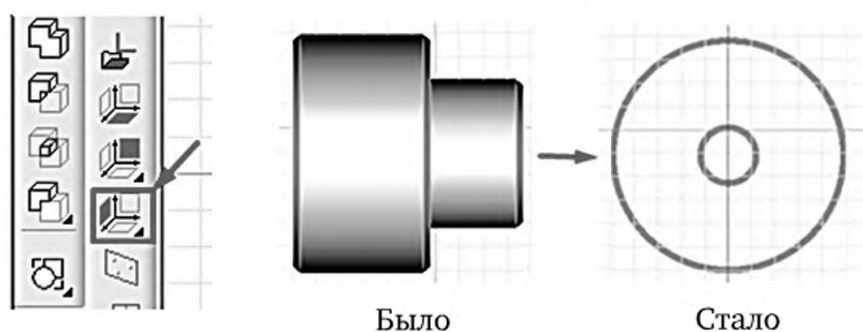


Рис. 8. Объемная модель детали после редактирования

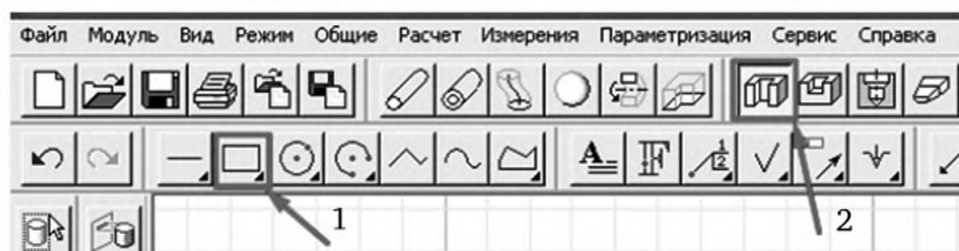
#### Шаг 4. Выполнение разреза на объемном изображении.

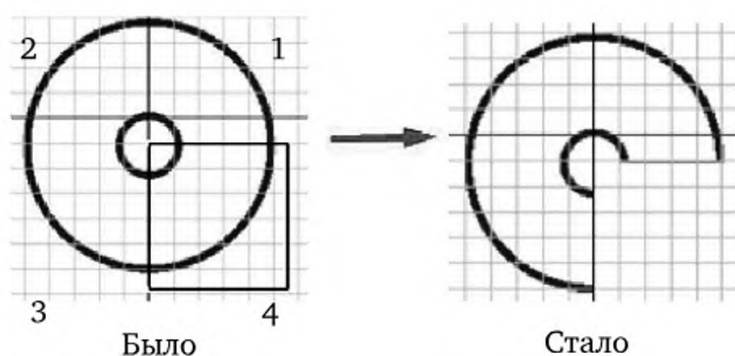
Для выполнения разреза необходимо удалить 1/4 части модели. Для чего развернуть модель параллельно рабочей плоскости указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по кнопке



На экране появится изображение детали, размещенное параллельно рабочей плоскости. Для удаления части модели ее необходимо развернуть торцом к рабочей плоскости. Это выполняется с помощью команды **Выбор рабочей плоскости**

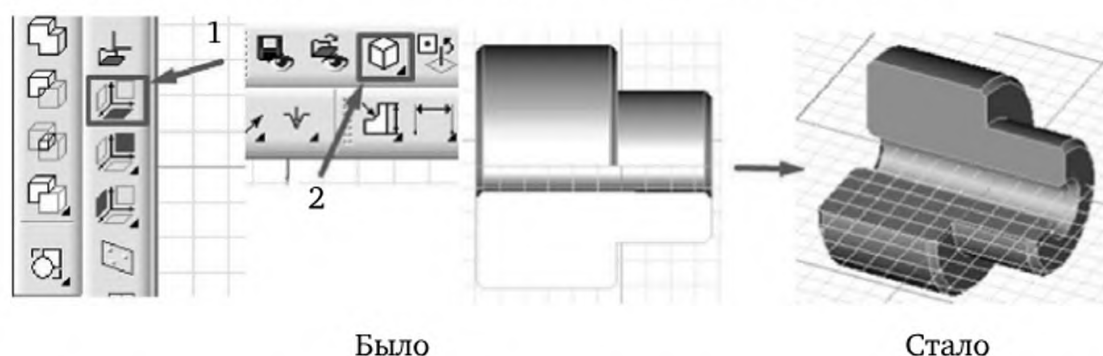


На полученном изображении, обращенном торцом к рабочей плоскости, с помощью команды **Прямоугольник** (1) выполнить его построение, выделяющее 4-ю четверть. Удаление произвести с помощью команды **Сквозное отверстие** (2), выполняя действия в соответствии с подсказками в строке состояния.







Развернуть модель параллельно рабочей плоскости указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по кнопке  (1). Включением команды **Изометрическое изображение**  (2) вывести на экран изометрическое изображение детали с разрезом.



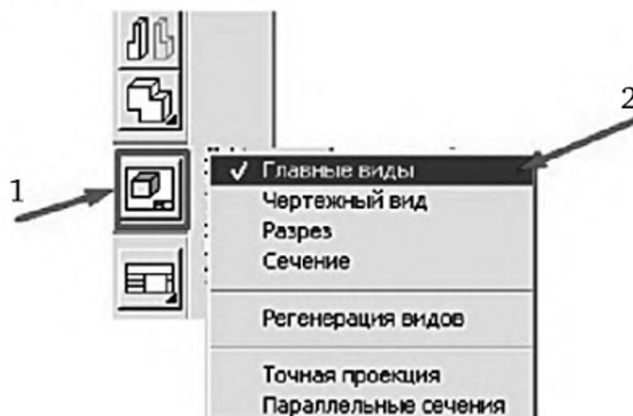
Сохранить файл с изображением модели с помощью команды **Сохранить как...** из группы команд Файл в именной папке.

**Шаг 5. Получение аксонометрического плоского изображения детали.**

1. Для получения аксонометрического плоского изображения детали с помощью команды **Разворот параллельно плоскости экрана**  установить изображение детали в указанное положение.

2. Указанием курсора при нажатой левой кнопке мыши нажать и удерживать кнопку **Черчение с 3D-модели**  (1), расположенную на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля.

3. В появившемся контекстном меню выбрать **Главные виды** (2) и отпустить левую кнопку мыши.

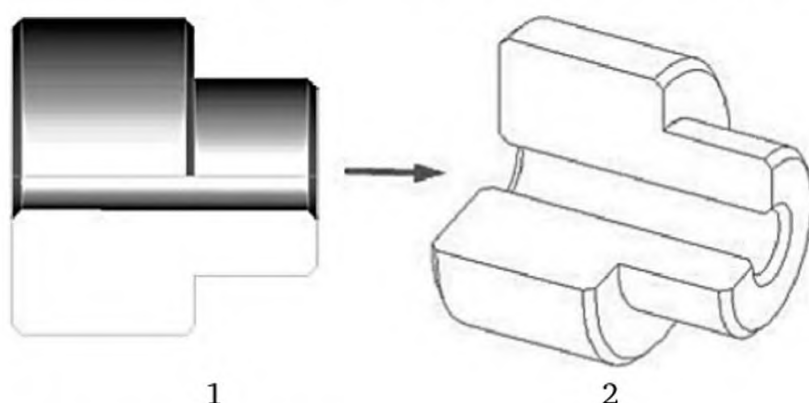




4. Появится диалог **Получение видов**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши вид **Изометрический** (1). Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **ОК** (2).





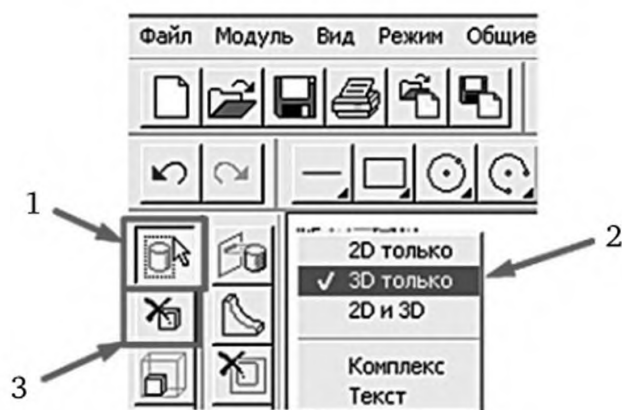
5. На экране, помимо объемного изображения детали 1, появится плоское аксонометрическое изображение модели в прямоугольной изометрической проекции 2. Щелчком левой кнопки мыши зафиксировать положение полученной изометрической проекции.



#### Шаг 6. Оформление технического рисунка.

Для окончательного оформления технического рисунка можно удалить из полученных изображений сохраненное ранее объемное изображение, оставив плоское изображение объемной модели в прямоугольной изометрической проекции.

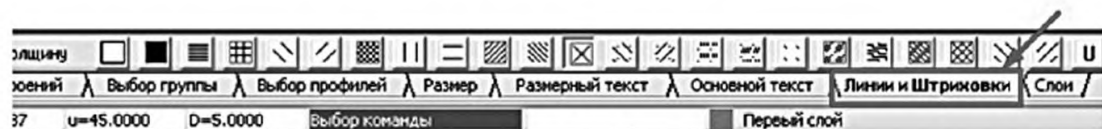
Для выполнения этой операции подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений, нажатием левой кнопки мыши открыть табло с видами выделений. Удерживая левую кнопку мыши, перевести курсор на строку на табло **3D только** — она поменяет фон на синий цвет (2). Отпуская левую кнопку мыши, зафиксировать выбранное. Перевести курсор на объемное изображение детали и нажатием левой кнопки мыши выделить его, оно окрасится в красный цвет. Нажать кнопку **Удалить**  (3) на панели инструментов **Операции с группами объектов**. Выбранное объемное изображение будет удалено.



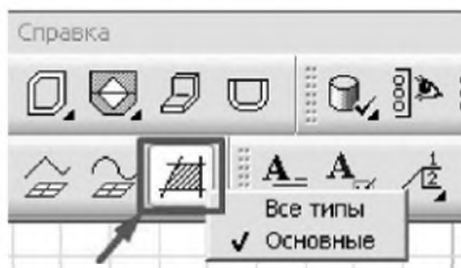
Оставшееся плоское изображение объемной модели в прямоугольной изометрической проекции необходимо перенести на формат А4. Для переноса изображение активируется с помощью команды **Выбор элемента** — **2D только** и перемещается на поле формата А4 с помощью команды **Перенос** .

На полученном изображении на гранях разреза необходимо отобразить штриховку. Для выполнения штриховки области необходимо:

1. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши открыть закладку **Линии и штриховки**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выбрать нужный тип штриховки.

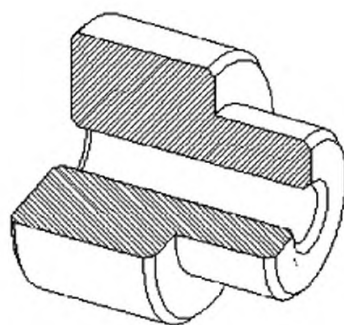



2. Нажать и удерживать кнопку **Штриховка области**. В появившемся дополнительном меню для штриховки области, ограниченной основными линиями, необходимо выбрать пункт **Основные**. Для штриховки области ограниченной различными типами линий необходимо выбрать пункт **Все типы**.



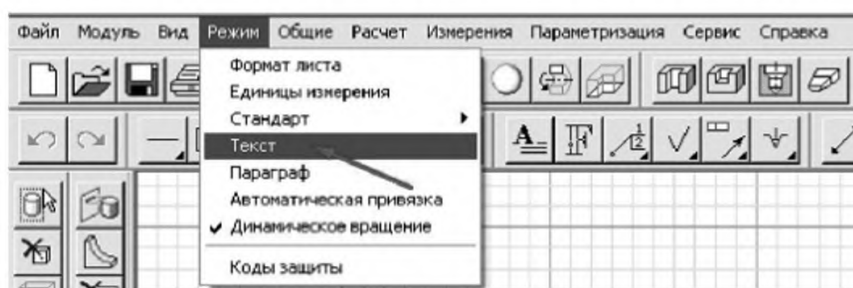
3. Указать курсором точку внутри штрихуемой области и щелкнуть левой кнопкой мыши.

Указать курсором и щелчком левой кнопкой мыши точку, находящуюся внутри одной из граней. Повторить эти действия для другой грани, выбрав другое направление штриховки. Изображение примет вид, показанный на рисунке.

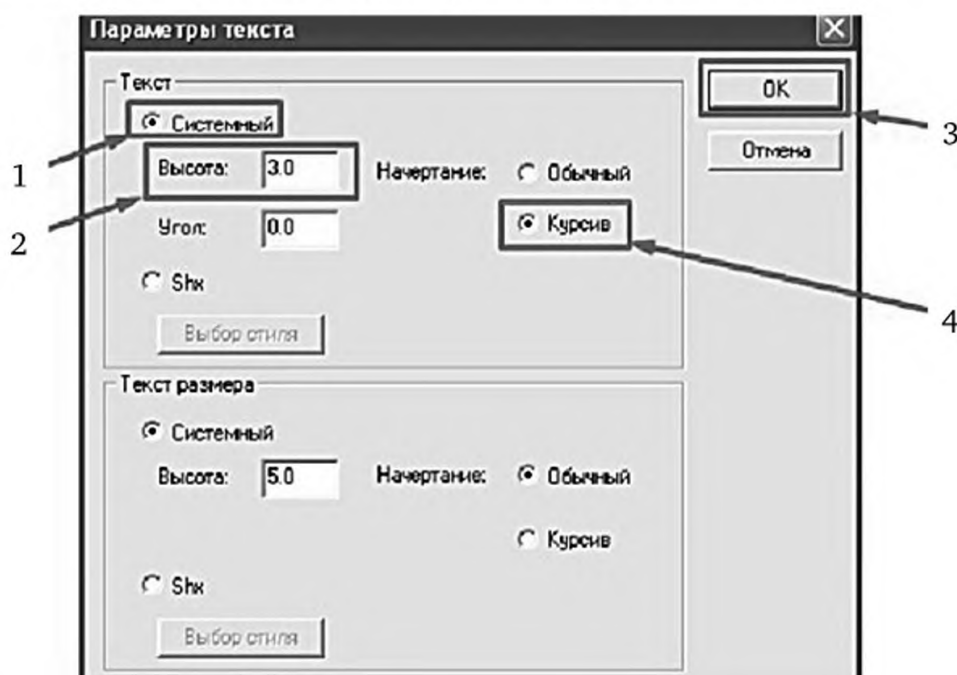



После выполнения штриховки нажать на кнопку **Пустой тип штриховки**  (5).

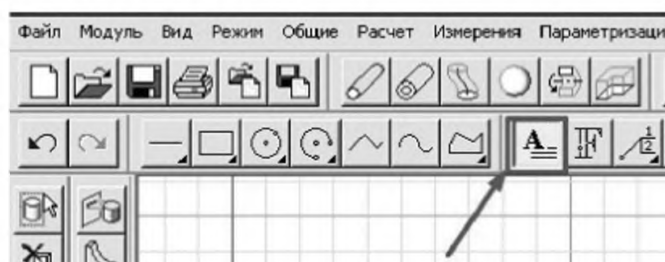
Для выполнения **текста** на рабочем поле необходимо задать его параметры. Для этого выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Режим** и из выпадающего контекстного меню выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Текст**.




На открывшемся табло **Параметры текста** в группе команд **Текст** выделить **Системный** (1), высоту шрифта 5 установить в окне **Высота** (2). В группе команд **Начертание** указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши установить команду **Курсив** (текст со стандартным наклоном) (3) и указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по команде **ОК** (4) фиксировать выбранные данные.

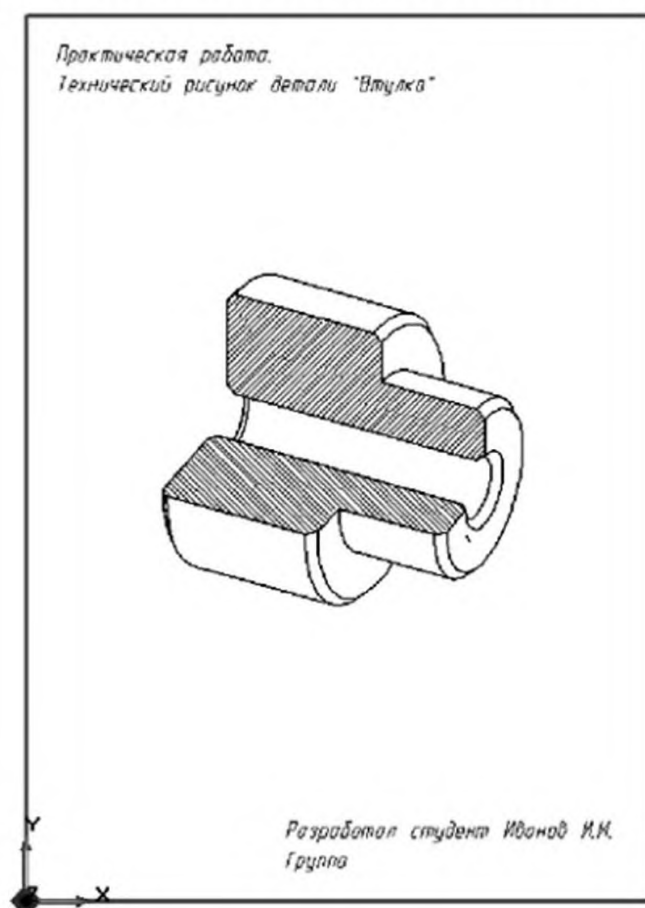


Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Текстовая строка** .



Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши нижнюю точку начала строки — появится уголок синего цвета, указывающий месторасположение начала вводимого текста.

Текст ввести с клавиатуры, после завершения ввода повторно нажать кнопку **Текстовая строка** . Окончательно оформленный технический рисунок примет вид, как на рисунке ниже.



#### 4. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, нужно подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. От-

крыть папку своей группы, найти свою папку, открыть ее и сохранить в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером работы, например **Иванов УЭ13**.

#### **Учебный элемент УЭ 14**

**Предмет:** Информатика, Графика.

**Модуль:** МБ2. 3D-моделирование.

**Наименование учебного элемента:** 3D-моделирование. Разработка 3D-модели и технического рисунка детали способом смещения профиля.

##### **Цели**

Изучив данный учебный элемент, Вы сможете в программе ADEM в модуле CAD разрабатывать 3D-модели и технические рисунки деталей способом смещения профиля.

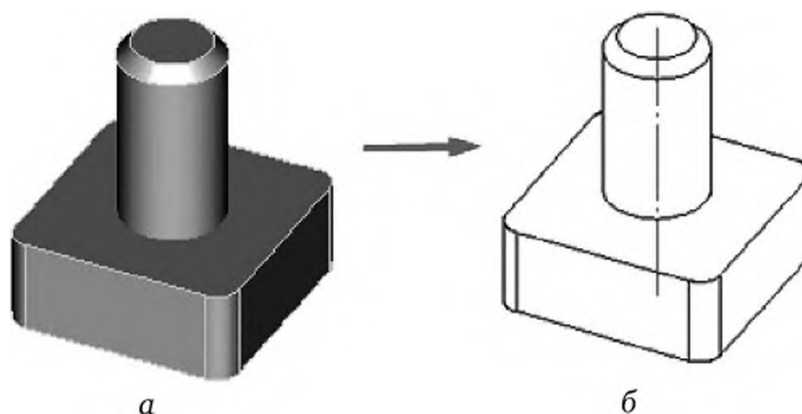
##### **Оборудование, компьютерные программы:**

1. Персональный компьютер в комплекте (монитор, клавиатура, мышь).
2. Программа ADEM 9.0.

##### **Сопутствующие учебные элементы и пособия:**


1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
3. УЭ 9. 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля.

**Задание.** Разработать объемную 3D-модель детали «Опора» способом смещения профиля, выполнить технический рисунок детали в виде аксонометрического изображения в формате прямоугольной изометрии на листе А4 (см. рис. 1).



**Рис. 1. Объемная 3D-модель детали «Опора» (а) и ее технический рисунок в формате прямоугольной изометрической проекции (б)**

### Алгоритм выполнения задания

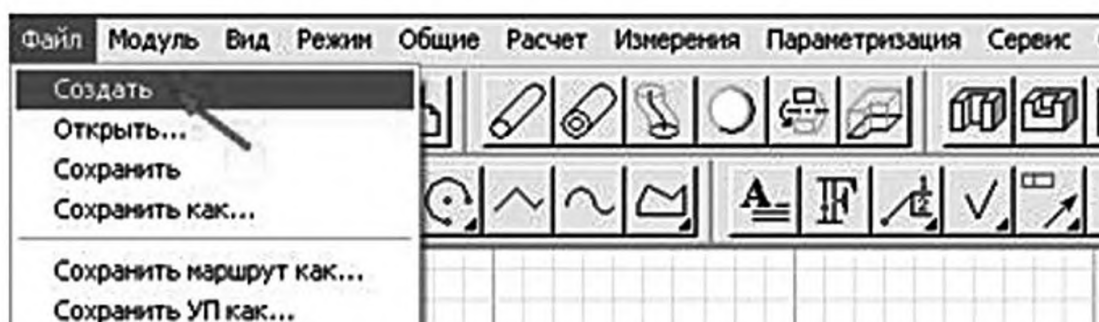
**Запуск программы.** Нажать команду **Пуск** в левой нижней части экрана, в открывшемся табло щелкнуть по команде **Все программы**. В открывшемся перечне программ выбрать папку **ADEM Group**, затем открыть ее и щелчком левой кнопки мыши запустить файл  **ADEM**.

## 1. Работа с файлами

Разработка технического рисунка выполняется в конструкторском модуле системы. Указанием курсора, нажав и удерживая левую кнопку мыши на команде **Модуль**, в верхней левой части экрана, в открывшемся контекстном меню, выделить команду **ADEM CAD** (фон имени команды изменится на синий), отпустить левую кнопку мыши.



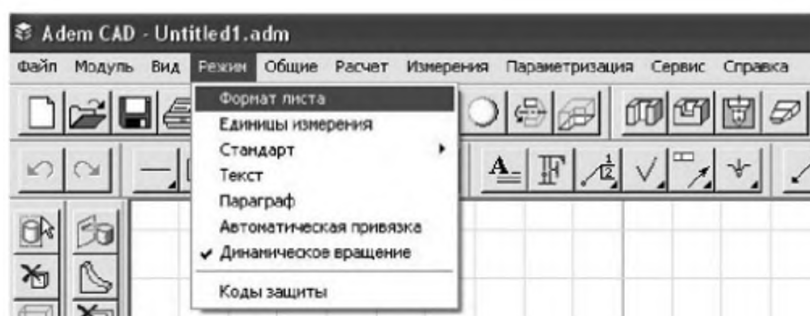
Разработка нового проекта начинается с команды **Создать**. Подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Создать** из выпадающего меню, она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку. Система готова к выполнению нового проекта.



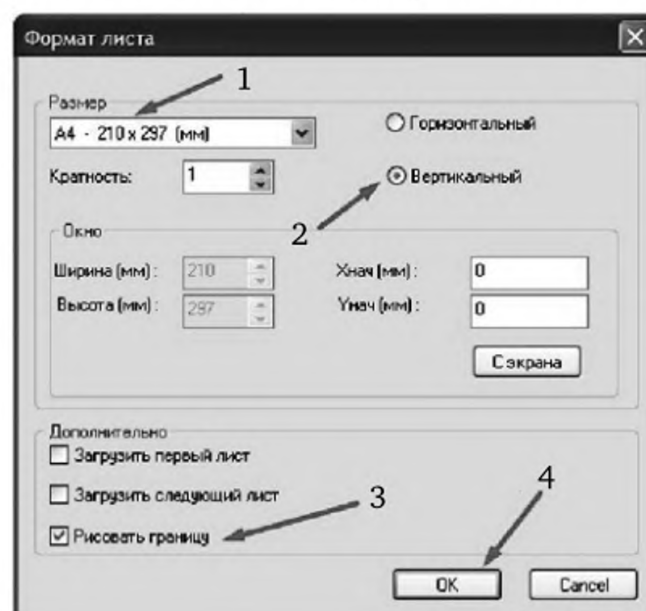
## 2. Настройка параметров чертежа

**Выбор формата листа.** Для выполнения проектирования выбрать формат листа. Подвести курсор к кнопке **Режим** в самом верхнем ряду команд, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Формат листа** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку мыши.




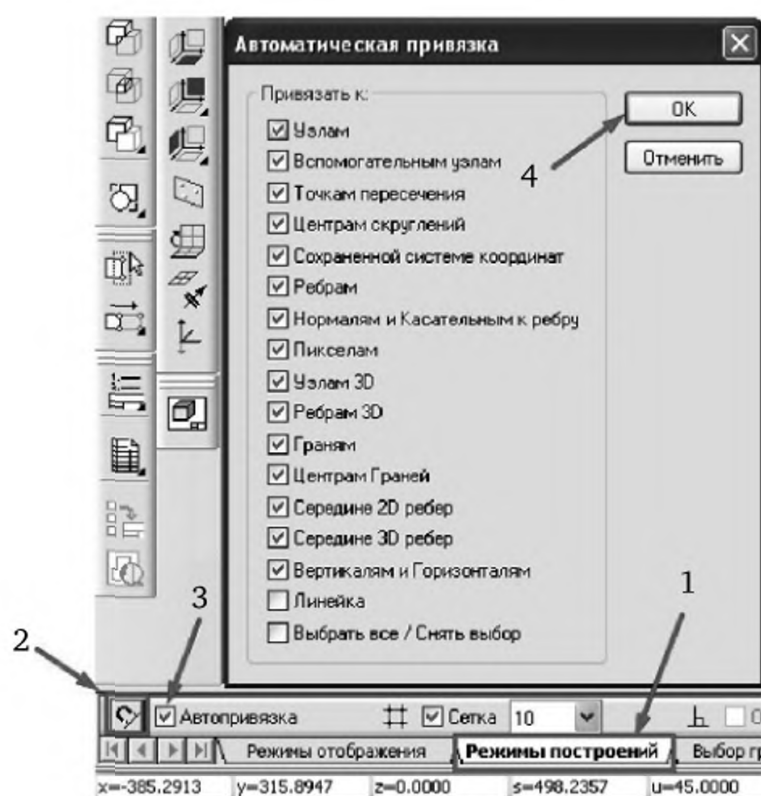


На экране появится табличка **Формат листа**. Подвести курсор к стрелке справа от окошка с надписью **Задан пользователем** (1), нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к нужной строке с размерами формата (на схеме это А4 — 210 × 297 мм), отпустить левую кнопку мыши. Установить расположение **Вертикальный** (2). Переместить курсор к окошку слева от надписи **Рисовать границу** (3) и нажать левую кнопку мыши. Подвести курсор к клавише **ОК** (4) на табличке и щелкнуть левой кнопкой мыши.



На рабочем поле появится вертикально расположенная рамка зеленого цвета размерами 210 × 297 мм, в которой будет выполняться проектирование.

Включение автопривязки. Для реализации этой функции предварительно производится настройка ее фильтров на табло **Автоматическая привязка**, для этого указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши открыть группу команд **Режимы построений** (1), нажать кнопку **Автопривязка**  (2) и на экране появится табло **Автоматическая привязка**. 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 окне **Автопривязка** (4).



### 3. Выполнение построений и моделирование

Создать объемную модель детали «Опора», состоящую из основания (1) и оси (2) согласно рис. 2.

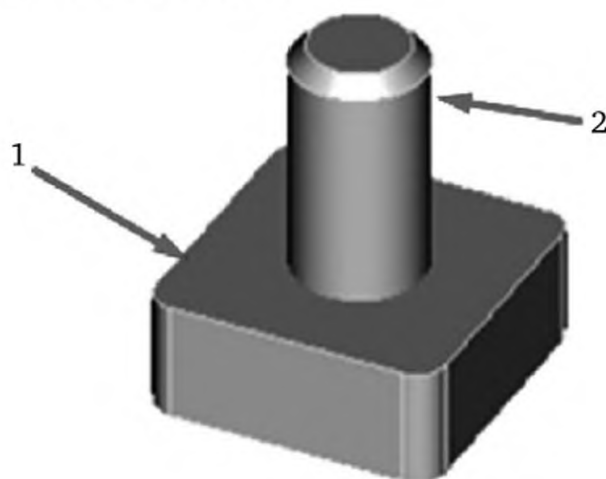


Рис. 2. Объемная модель детали «Опора»

#### Шаг 1. Разработка профиля модели ступенчатого вала.

Профилем для создания модели будет прямоугольник со сторонами 70—80 мм с окружностью в центре диаметром 30—40 мм. Для его создания нужно переместить курсор в место расположения точки О (рис. 3) и нажатием клавиши О (лат.) перенести начало координат в указанную точку (зеленые стрелки с указанием направлений осей координат X и Y).

Перемещениями курсора по координатам X и Y передвинуть курсор по точкам шаблона (рис. 3), отмечая каждый узел вспомогательной точкой нажатием клавиши N на клавиатуре. Точки 0 и 1 расположены по диагонали будущей прямоугольной нижней части опоры. Точка 2 — центр будущей оси опоры — определяется разделением участка 01 на две равные части с помощью клавиши F9 следующим образом: подвести курсор к точке 0 и нажать клавишу F9, перевести курсор на точку 1 и повторно нажать клавишу F9. На эскизе появится точка 2, разделяющая отрезок 01 две равные части.

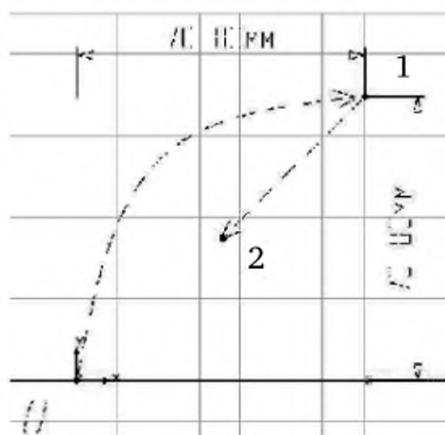




Рис. 3. Вспомогательные точки для построения профиля детали

С помощью команд **Прямоугольник**  (1) и **Окружность**  (2) выполнить построение профиля для получения модели (см. рис. 4).

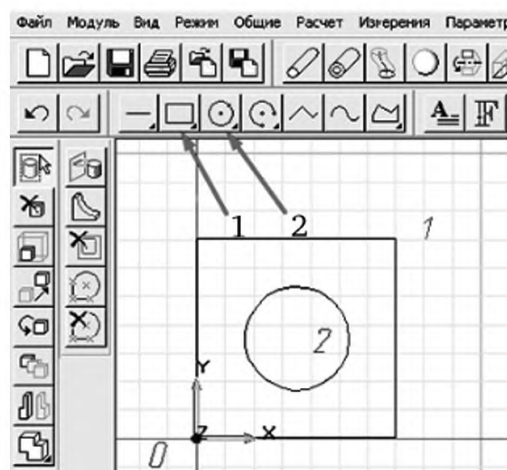

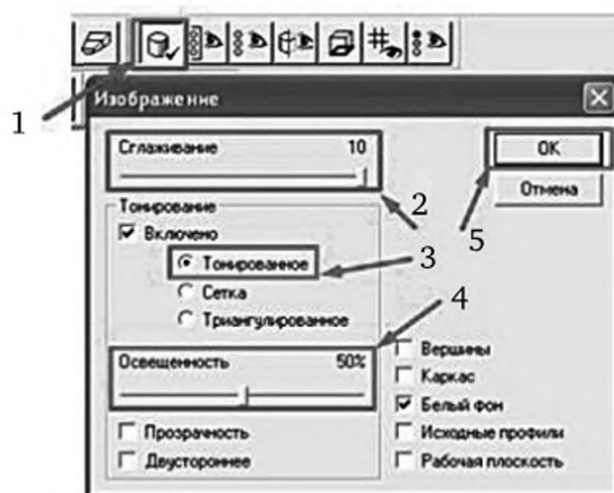


Рис. 4. Профиль для образования твердотельной модели детали способом смещения

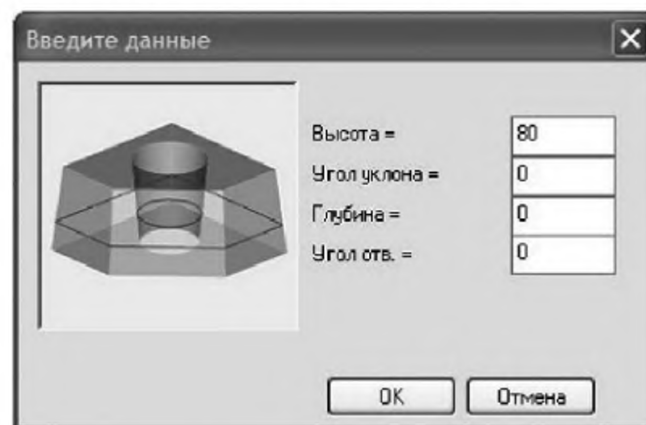
## Шаг 2. Разработка объемной модели.

Для установки способа отражения модели указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Режимы отображения**  (1). При появлении диалога **Изображение** установить флажок **Включено** в группе **Тонирование** (3), установить **Сглаживание** = 10 (2), **Освещенность** = 50 % (4), нажать кнопку **ОК** (5).




Формирование 3D-модели опоры выполняется методом смещения поочередно профиля оси и профиля основания в направлении оси **Z**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Смещение** . В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Профиль?/Esc**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделить профиль оси, контур окружности изменит цвет на оранжевый — нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора.

На экране появится табло **Введите данные**, в окно **Высота** ввести значение высоты оси **80**. Нажать кнопку **OK** в строке ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре.



Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **Смещение** . В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Профиль?/Esc**. Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши выделить прямоугольный профиль основания, его контур изменит цвет на оранжевый. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу **ESC** для завершения выбора. В нижней части экрана появятся окна для ввода значений, в окно **Высота** ввести значение высоты основания **20**. Нажать кнопку **OK** в строке ввода параметров или клавишу **ENTER** на клавиатуре. Для просмотра сформированной модели указанием курсора и щелчком левой

кнопки мыши по кнопке **Изометрический изображение**  получить на экране изометрический вид 3D-модели опоры.

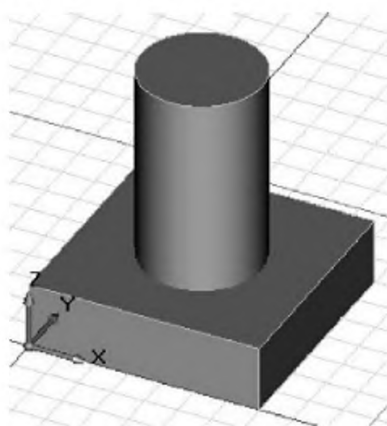

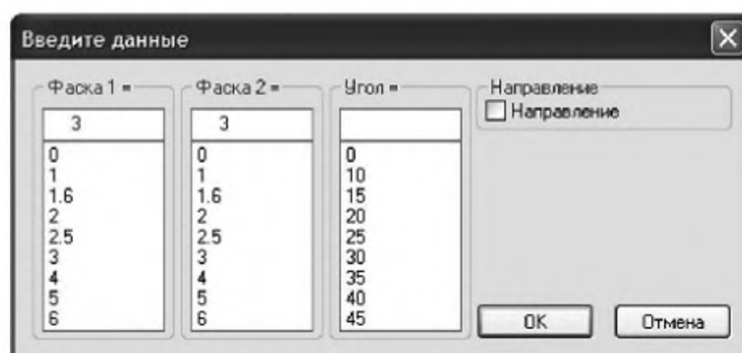


Рис. 5. Объемное изображение детали в изометрии

### Шаг 3. Редактирование объемного изображения.

Для создания равносторонней фаски на торце оси нажать кнопку **Фаска на ребре**  — в строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Ребра?** Выбрать указанием курсора кромку на верхнем торце оси (она поменяет цвет на красный) и нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. В поле **Фаска 1** ввести значения фаски **3** и нажать клавишу **ENTER** или кнопку **OK** в строке ввода значений.



На верхнем торце оси появится фаска.

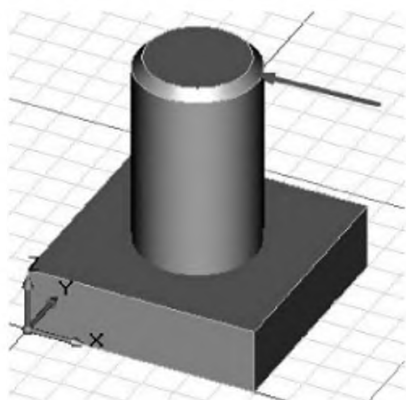

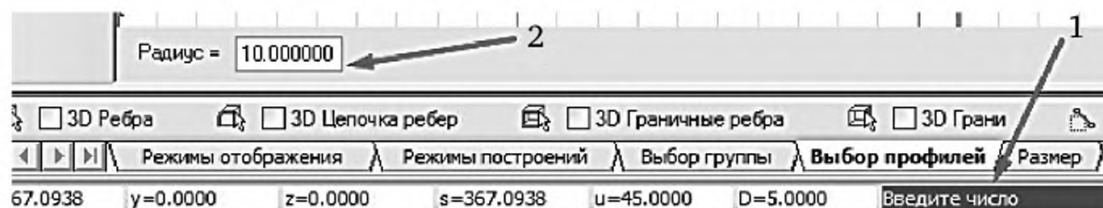


Рис. 6. Объемная модель детали с фаской на кромке оси

Чтобы создать постоянное скругление в углах опорной части детали, нажать кнопку **Постоянное скругление** . В строке состояния в нижней части экрана на синем фоне появится запрос **Ребра?** Выбрать вертикальные ребра в углах основания указанием курсора и левой кнопки мыши (они поменяют цвет на красный), нажать клавишу **ESC** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора. В нижней части экрана, в строке состояния на синем фоне, появится запрос **Введите число (1)**. В окне **Радиус (2)** задать радиус скругления **10** и нажать клавишу **ENTER** или кнопку **OK** в строке ввода значений.



На основании детали произойдет скругление указанных кромок, и изображение примет вид показанный ниже.

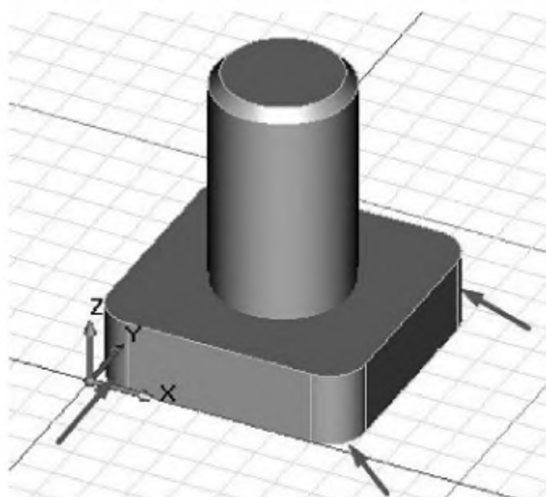




Рис. 7. Объемная модель детали со скругленными углами граней на основании

Сохранить файл с изображением модели с помощью команды **Сохранить как...** из группы команд **Файл** в именной папке.

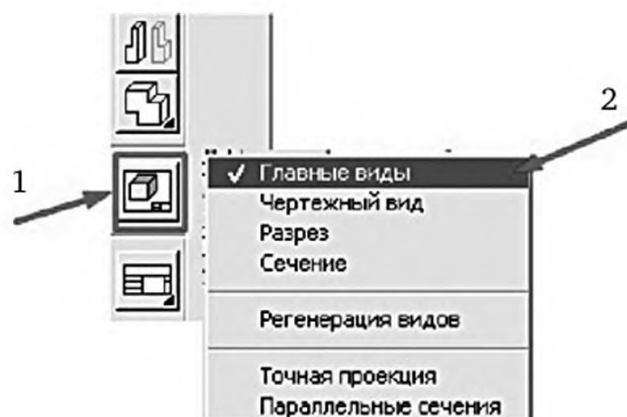
**Шаг 4. Получение изометрического плоского изображения детали.**

1. Для получения изометрического плоского изображения детали с помощью команды **Разворот параллельно плоскости экрана**  установить изображение детали в указанное положение.

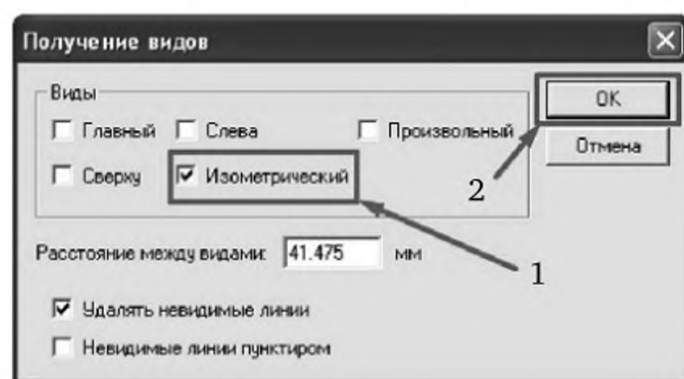
2. Указанием курсора, при нажатой левой мыши нажать и удерживать кнопку **Черчение с 3D модели**  (1), расположенную на вертикальной панели инструментов слева от рабочего поля.

3. В появившемся контекстном меню выбрать **Главные виды** (2) и отпустить левую кнопку мыши.

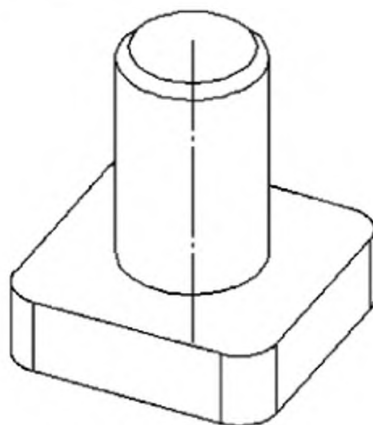




4. Появится диалог **Получение видов**. Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши вид **Изометрический** (1). Затем указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши нажать кнопку **ОК** (2).



5. На экране, помимо объемного изображения детали, появится плоское изображение модели в прямоугольной изометрической проекции. Щелчком левой кнопки мыши зафиксировать положение изометрической проекции.





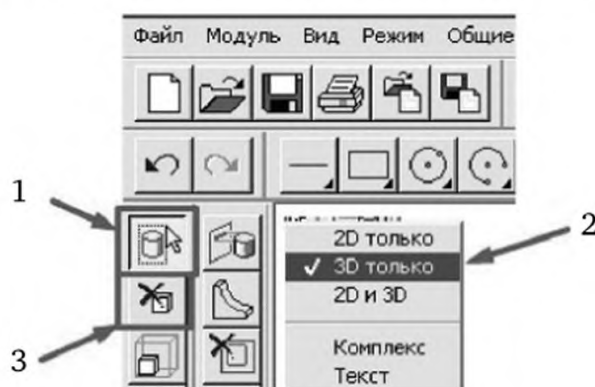
*Рис. 8. Изометрическая проекция детали, полученная с объемной модели*



#### **Шаг 5. Оформление выполненного технического рисунка.**

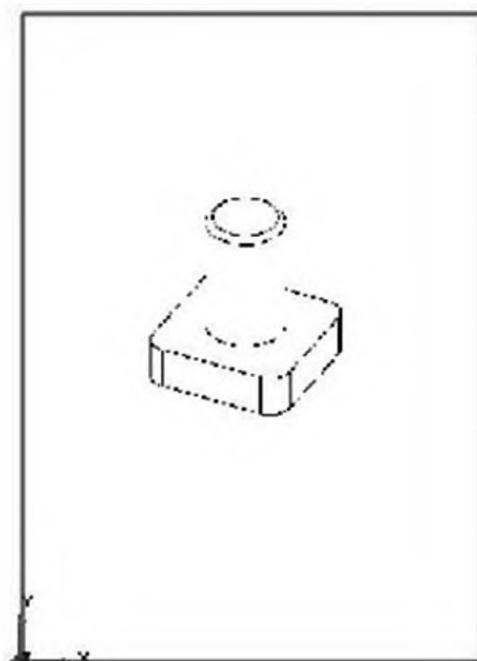
Для окончательного оформления технического рисунка удалить из полученных изображений сохраненное ранее объемное изобра-

жение, оставив плоское изображение объемной модели в прямоугольной изометрической проекции.

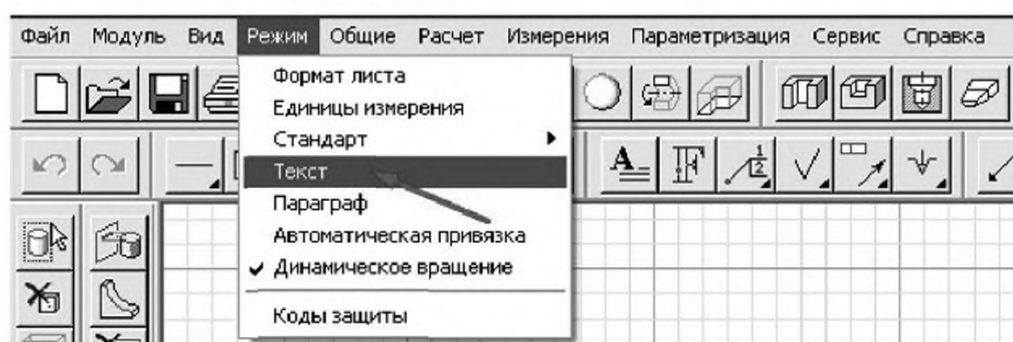
Для выполнения этой операции подвести курсор к кнопке **Выбор элемента**  (1) на панели слева от поля построений. Нажатием левой кнопки мыши открыть табло с видами выделений. Удерживая левую кнопку мыши, перевести курсор на строку на табло **3D только**, она поменяет фон на синий цвет (2). Отпуская левую кнопку мыши, зафиксировать выбранное. Перевести курсор на объемное изображение детали и нажатием левой кнопки мыши выделить его, оно окрасится в красный цвет. Нажать кнопку **Удалить**  (3) на панели инструментов **Операции с группами объектов**.



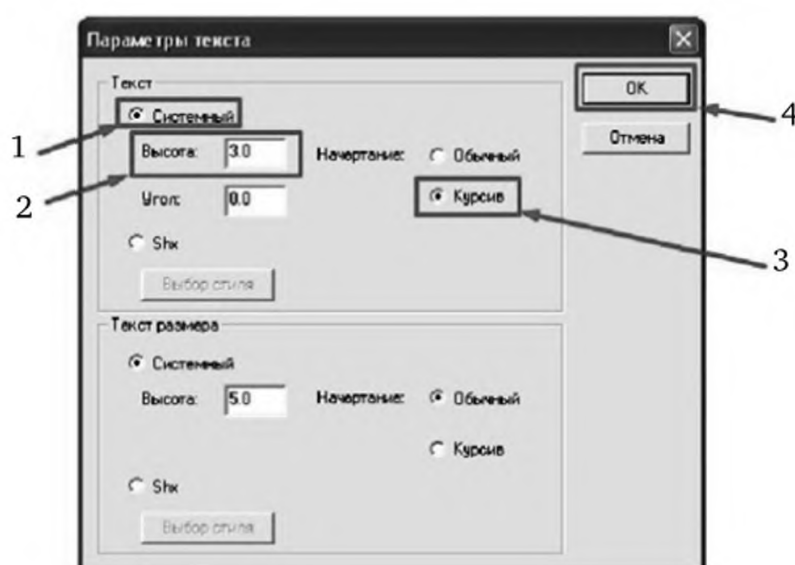
Выбранное объемное изображение будет удалено. Оставшееся плоское изображение объемной модели в виде прямоугольной изометрической проекции необходимо перенести на формат А4. Для переноса изображение активируется с помощью команды **Выбор элемента**  — **2D только** и перемещается на поле формата А4 с помощью команды **Перенос** . Изображение на экране примет вид, приведенный ниже.




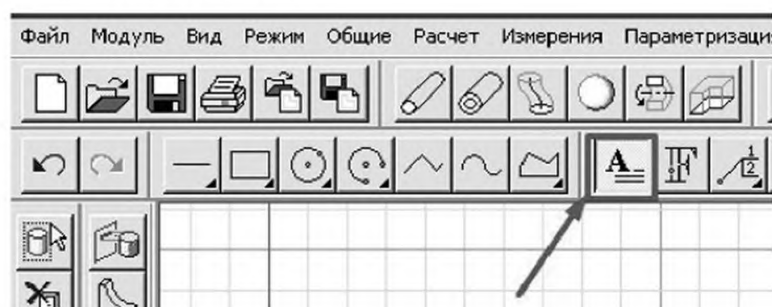
Для выполнения текста на рабочем поле задать его параметры, для чего выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Режим** и из выпадающего контекстного меню выделить курсором и щелчком левой кнопки мыши команду **Текст**.




На открывшемся табло **Параметры текста** в группе команд **Текст** выделить **Системный** (1), высоту шрифта 5 установить в окне **Высота** (2). В группе команд **Начертание** указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши установить команду **Курсив** (текст со стандартным наклоном) (3) и указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши по команде **ОК** (4) зафиксировать выбранные данные.

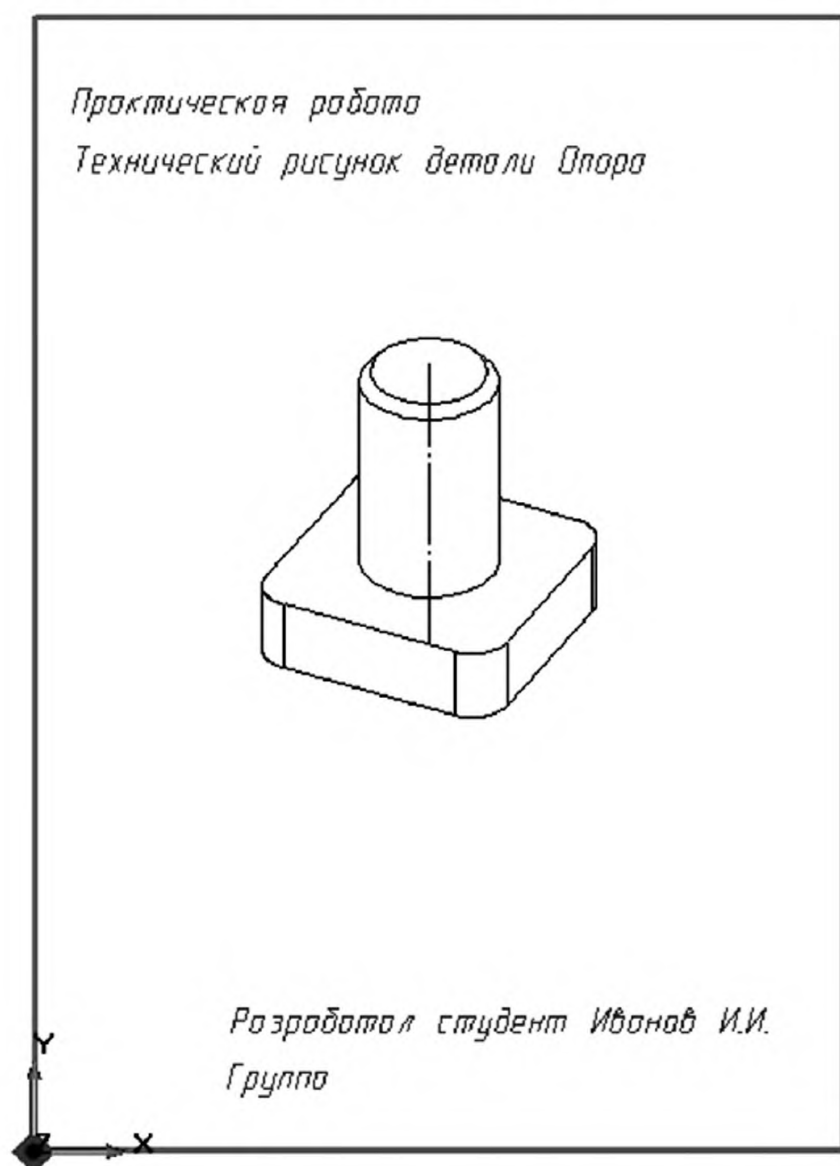


Указанием курсора и щелчком левой кнопки мыши запустить команду **Текстовая строка** .



Указать курсором и щелчком левой кнопки мыши нижнюю точку начала строки — появится уголок синего цвета, указывающий месторасположение начала вводимого текста.

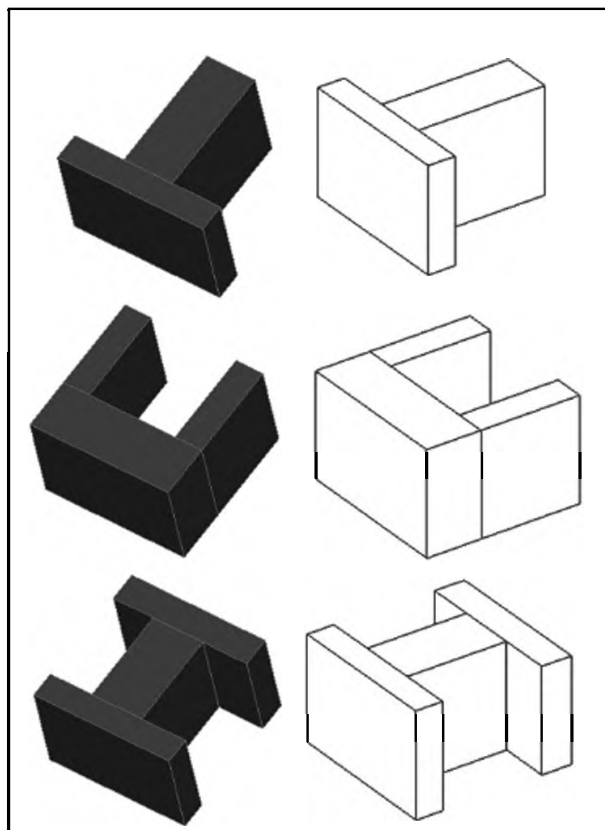
Текст ввести с клавиатуры, после завершения ввода повторно нажать кнопку **Текстовая строка** . Окончательно оформленный технический рисунок примет вид (см. рис.).



#### 4. Работа с файлами

Для того чтобы сохранить выполненную разработку, подвести курсор к кнопке **Файл** в левом верхнем углу экрана, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подвести курсор к команде **Сохранить как...** из выпадающего меню — она будет выделена синим цветом, отпустить левую кнопку, откроется окно **Сохранить как**. Открыть папку своей группы, найти свою папку, и сохранить в ней выполненное изображение, присвоив ему имя файла со своей фамилией и номером работы, например **Иванов УЭ14**.

**Задание для самостоятельной работы.** Выполнить объемные модели и технические рисунки в аксонометрии сварных конструкций из листового проката (рис. 9).



**Рис. 9. Учебный элемент УЭ 14. Самостоятельная работа**

## Рекомендуемая литература

1. Боресков, А. В. Основы компьютерной графики: учебник и практикум для вузов / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
2. Быков, А. В. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка / А. В. Быков, В. В. Силин, В. В. Семенников, В. Ю. Феоктистов. — Санкт-Петербург: БХВ — Петербург, 2003.
3. Осипов, В. К. Справочник по черчению: учеб. пособие / В. К. Осипов, А. А. Чекмарев. — 8-е изд. — Москва: Академия, 2014.
4. Селезнев, В. А. Инженерная компьютерная графика в системе профессионального технологического образования: монография / В. А. Селезнев, А. С. Чайкин. — Брянск: Курсив, 2009.
5. Селезнев, В. А. Основные направления и методы подготовки специалистов в области металлообработки // CAD/CAM/CAE observer. — 2014. — № 5 (89). — С. 55—58.
6. Селезнев, В. А., Федотов, В. А. Информационная и практическая подготовка специалиста технического профиля // Профессиональное образование. Столица. — 2015. — № 4. — С. 34—37.
7. Селезнев, В. Инновационные технологии для формирования компетенций рабочих. Исследования и практические рекомендации / В. Селезнев. — Lambert Academic Publishing, Germany, 2011.
8. Чекмарев, А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / А. А. Чекмарев. — Москва: ИНФРА-М, 2014.
9. Шевцова, А. М. Введение в автоматизированное проектирование. Элективный курс: учеб. пособие / А. М. Шевцова, П. Я. Пантюхин. — Москва: Бином; Лаборатория знаний, 2011.



## **Новые издания по дисциплине «Компьютерная графика» и смежным дисциплинам**

1. *Большаков, В. П.* Инженерная и компьютерная графика. Издания с резьбовыми соединениями: учебное пособие для вузов / В. П. Большаков, А. В. Чагина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 152 с. — (Высшее образование).
2. *Боресков, А. В.* Основы компьютерной графики: учебник и практикум для вузов / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 219 с. — (Высшее образование).
3. *Васильева, В. А.* Инженерная и компьютерная графика в садоводстве: учебник и практикум для вузов / В. А. Васильева. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 182 с. — (Высшее образование).
4. *Вечтомов, Е. М.* Компьютерная геометрия: геометрические основы компьютерной графики: учебное пособие для вузов / Е. М. Вечтомов, Е. Н. Лубягина. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 157 с. — (Высшее образование).
5. *Вышнепольский, И. С.* Техническое черчение: учебник для вузов / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 319 с. — (Высшее образование).
6. *Жданов, Н. В.* Архитектурно-дизайнерское проектирование: виртографика: учебное пособие для вузов / Н. В. Жданов, А. В. Скворцов. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 78 с. — (Высшее образование).
7. *Жданов, Н. В.* Промышленный дизайн: бионика: учебное пособие для вузов / Н. В. Жданов, В. В. Павлюк, А. В. Скворцов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 121 с. — (Высшее образование).
8. *Заварихин, С. П.* Архитектура: композиция и форма: учебник для вузов / С. П. Заварихин. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 186 с. — (Высшее образование).
9. *Запекина, Н. М.* Технологии полиграфии: учебное пособие для вузов / Н. М. Запекина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 178 с. — (Высшее образование).
10. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1: учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд.,

перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 328 с. — (Высшее образование).

11. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2: учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 279 с. — (Высшее образование).

12. Инженерная и компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общей редакцией Р. Р. Анамовой, С. А. Леоновой, Н. В. Пшеничной. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 226 с. — (Высшее образование).

13. Каменев, В. И. Аксонометрические проекции / В. И. Каменев. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 239 с. — (Антология мысли).

14. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 220 с. — (Высшее образование).

15. Корнилов, И. К. Основы технической эстетики: учебник и практикум для вузов / И. К. Корнилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 158 с. — (Высшее образование).

16. Коткин, Г. Л. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием Matlab: учебное пособие для вузов / Г. Л. Коткин, Л. К. Попов, В. С. Черкасский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 202 с. — (Высшее образование).

17. Кривошапко, С. Н. Архитектурно-строительные конструкции: учебник для вузов / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишникова. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 460 с.: [16] с. цв. вкл. — (Высшее образование).

18. Кувшинов, Н. С. Nanosad механика: учебное пособие для вузов / Н. С. Кувшинов. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 234 с. — (Высшее образование).

19. Самарин, Ю. Н. Технология печатных процессов: учебное пособие для вузов / Ю. Н. Самарин. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 121 с.: [2] с. цв. вкл. — (Высшее образование).

20. Хейфец, А. Л. Компьютерная графика для строителей: учебник для вузов / А. Л. Хейфец, В. Н. Васильева, И. В. Буторина ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 258 с. — (Высшее образование).

21. Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 13-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 355 с. — (Высшее образование).

22. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 423 с. — (Высшее образование).

23. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 147 с. — (Высшее образование).

24. Черткова, Е. А. Компьютерные технологии обучения: учебник для вузов / Е. А. Черткова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 250 с. — (Высшее образование).

## Приложение 1

### Группы основных команд модуля CAD системы ADEM

Управление файлами		Настройка параметров разработки	
<b>Файл</b>	Открывает команды: Создать, Открыть, Сохранить, Сохранить как, Печать чертежа, Печать экрана и др.	<b>Режим</b>	Открывает команды: Формат листа, Единицы измерения, Текст и др.
<b>Создать</b>	Создание нового документа	<b>Формат листа</b>	Задание формата листа
<b>Открыть</b>	Вызов диалога открытия файла	<b>Единицы измерения</b>	Установка параметров единиц измерения
<b>Сохранить</b>	Сохранение текущего документа в работе	<b>Текст</b>	Установка параметров текста
<b>Сохранить как...</b>	Присвоение нового имени документу	<b>D — чис- ло — ОК</b>	Установка шага курсора
<b>Печать чертежа</b>	Печать чертежа в 2D	<b>G — чис- ло — ОК</b>	Установка шага сетки
<b>Печать экрана</b>	Печать 3D-модели		
<b>Точные перемещения при построениях</b>			
<b>О (лат)</b>	Перенос начала относительной системы координат	<b>X — чис- ло — ENTER</b>	Точные перемещения с помощью клавиатуры по оси X
<b>HOME</b>	Привязка к началу координат	<b>Y — чис- ло — ENTER</b>	Точные перемещения с помощью клавиатуры по оси Y
<b>D — чис- ло — ОК</b>	Точные перемещения с помощью курсора	<b>N F9</b>	Вспомогательная точка Деление пополам
	Настройка параметров автопривязки		Включение автопривязки

Управление файлами		Настройка параметров разработки	
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»

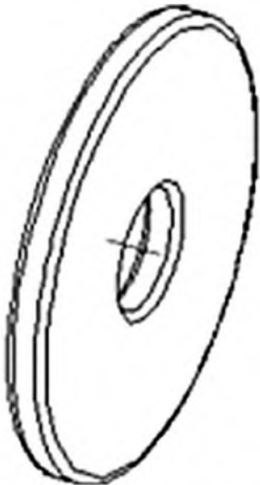
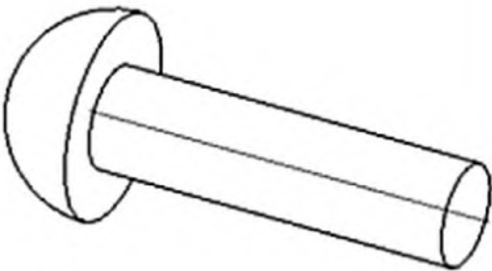


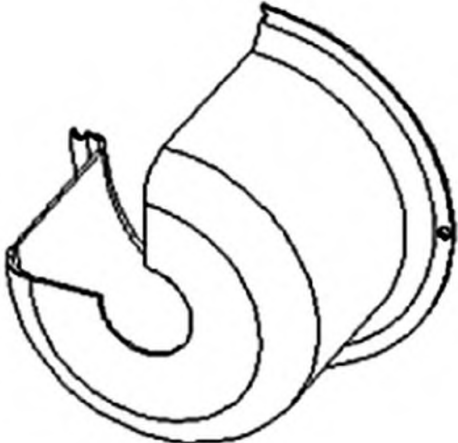
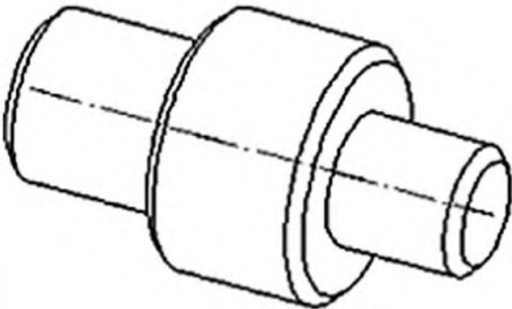
Управление файлами		Настройка параметров разработки	
Редактирование 2D-элементов			
	Скругление угла замкнутого контура		Скругление угла, образуемого двумя элементами
	Срезание фаски угла прямоугольника		Создание фаски угла, образуемого двумя элементами
	Удаление части элемента		Продление элемента
Управление 2D-изображениями			
	Отображение листа во весь экран		Динамическое перемещение изображения
Q/E	Увеличение/уменьшение в 2 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



Свойства панели инструментов

Управление файлами		Настройка параметров разработки	
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
	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

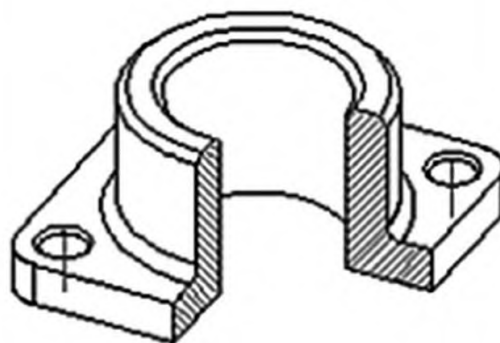
## Примеры выполнения технических рисунков

<p>Шайба</p> 	<p>Заклепка</p> 
<p>Шпонка призматическая</p> 	<p>Шпонка сегментная</p> 
<p>Кожух</p> 	<p>Вал ступенчатый</p> 

Ключ гаечный накладной



Фланец



**Рабочая программа модуля  
«Основы компьютерной графики  
и 3D-моделирование. Технический рисунок»  
(72 учебных часа)**

**Введение в дисциплину.** [1, раздел Введение].

Информационные технологии в современном металлообрабатывающем производстве. Компетенции будущих специалистов металлообрабатывающей отрасли в области информационных технологий. Назначение компьютерных систем CAD/CAM/CAPP.

**Тема № 1. Общие требования к выполнению технического рисунка и его разработка с помощью компьютерной графики** [1, раздел 1].

Сущность технического рисунка и его назначение в структуре подготовки производства. Особенности компьютерной разработки технического рисунка. Виды изображений в компьютерной графике.

**Тема № 2. Назначение компьютерной системы ADEM CAD/CAM/CAPP** [1, раздел 2].

Назначение компьютерной системы ADEM. Модули компьютерной системы ADEM. Характеристика модуля ADEM CAD.

**Тема № 3. Установка и запуск программы ADEM** [1, раздел 3].

Требования к аппаратному обеспечению системы. Установка системы ADEM. Открытие программы. Экран системы. Область построений и окно проекта.

**Тема № 4. Структура экрана модуля ADEM CAD** [1, раздел 4].

Запуск программы. Интерфейс системы, системное меню. Команды меню Файл. Команды меню Модуль. Команды меню Режим. Расположение групп команд по периметру рабочего поля. Строки состояния, режимов и настроек. Формат и текст.

**Тема № 5. Изображение 2D геометрических примитивов** [1, разделы 5.1—5.4].

Точные перемещения при построениях. Построение отрезков. Построение прямоугольников. Построение окружностей.

**Практическая работа.** 2D-построения. Построение отрезков, прямоугольников и окружностей [1, раздел 14, УЭ 01].

**Продолжение Темы № 5.** Построение дуг. Построение ломаных линий и элементов сплайн. Построение замкнутых контуров произвольной формы и правильных многоугольников. Виды линий и их выбор.

**Практическая работа.** 2D-построения. Выбор типа линий и построение 2D-объектов [1, раздел 14, УЭ 02].

**Тема № 6. Управление 2D-изображениями** [1, раздел 6].

Активация 2D-изображений. Удаление 2D-изображений. Масштабирование. Перемещение. Поворот. Копирование. Зеркальное отражение. Динамическое перемещение изображений. Приближение или отдаление изображений. Булевы операции на плоскости.

**Тема № 7. Редактирование 2D-изображений** [1, раздел 7].

Скругление углов. Срезание фасок. Триммирование. Штриховка области.

**Практическая работа.** 2D-построения. Управление 2D-изображениями. Редактирование изображений [1, раздел 14, УЭ 03].

**Практическая работа.** 2D-построения. Булевы операции на плоскости [1, раздел 14, УЭ 04].

**Самостоятельная работа по 2D-построениям** [1, раздел 14, УЭ 05].

**Разработка творческого проекта в 2D-формате.** Изображение любого технического объекта по усмотрению студента.

**Тема № 8. Объемное 3D-моделирование** [1, раздел 8].

Виды объемных изображений. Команды для получения 3D-моделей. Построение объемных изображений «Проволока», «Труба» и «Сфера».

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Проволока, труба, сфера. [1, раздел 14, УЭ 06].

**Продолжение Темы № 8.** Построение объемных изображений методом смещения.

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Создание объемных тел смещением профиля (твердотельная модель) [1, раздел 14, УЭ 09].

**Продолжение Темы № 8.** Построение объемных изображений методом вращения профиля вокруг оси.

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси (поверхностная модель) [1, раздел 14, УЭ 07].

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Создание объемных тел вращением профиля вокруг оси (твердотельная модель) [1, раздел 14, УЭ 08].

**Продолжение Темы № 8.** Построение 3D-моделей на основе созданных тел.

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Выполнение действий в программе по получению отверстий по указанию преподавателя.

**Тема № 9. Управление 3D-изображениями** [1, раздел 9].

Активация 3D-моделей. Удаление элементов. Масштабирование. Перемещение. Поворот. Копирование. Зеркальное отражение. Задание рабочей плоскости. Булевы операции с объемными изображениями.

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Булевы операции с объемными изображениями [1, раздел 14, УЭ 11].

**Тема № 10. Редактирование 3D-изображений** [1, раздел 10].

Скругление кромок. Срезание фасок на кромках. Изменение цвета изображения.

**Практическая работа.** 3D-моделирование. Редактирование объемных изображений [1, раздел 14, УЭ 10].

**Самостоятельная работа по 3D построениям** [1, раздел 14, УЭ 12].

**Разработка творческого проекта в 3D-формате.** Изображение любого технического объекта в виде 3D-модели по усмотрению студента.

**Тема № 11. Получение аксонометрического изображения с 3D-модели. Сохранение выполненных разработок и печать результатов проектирования** [1, раздел 11 и 12].

**Тема № 12. Пример выполнения разработки объемной модели и технического рисунка** [1, раздел 13].

Настройка параметров проектирования. Разработка 3D-модели изделия. Разработка изометрического вида изделия. Сохранение выполненной разработки.

**Практическая работа.** Разработка 3D-модели и технического рисунка детали тела вращения [1, раздел 14, УЭ 13].

**Практическая работа.** Разработка 3D-модели и технического рисунка детали способом смещения профиля [1, раздел 14, УЭ 14].

#### **Учебно-методическое обеспечение**

*Колошкина, И. Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023.*



**Наши книги можно приобрести:**

**Учебным заведениям и библиотекам:**  
в отделе по работе с вузами  
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: [vuz@urait.ru](mailto:vuz@urait.ru)

**Частным лицам:**  
список магазинов смотрите на сайте [urait.ru](http://urait.ru)  
в разделе «Частным лицам»

**Магазинам и корпоративным клиентам:**  
в отделе продаж  
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: [sales@urait.ru](mailto:sales@urait.ru)

**Отзывы об издании присылайте в редакцию**  
e-mail: [gred@urait.ru](mailto:gred@urait.ru)

**Новые издания и дополнительные материалы доступны  
на образовательной платформе «Юрайт» [urait.ru](http://urait.ru),  
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

*Учебное издание*

**Колошкина Инна Евгеньевна,  
Селезнев Владимир Аркадьевич,  
Дмитроченко Светлана Алексеевна**

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Учебник и практикум для СПО**

Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура «Charter». Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 18,39.

**ООО «Издательство Юрайт»**  
111123, г. Москва, ул. Плеханова, д. 4а.  
Тел.: (495) 744-00-12. E-mail: [izdat@urait.ru](mailto:izdat@urait.ru), [www.urait.ru](http://www.urait.ru)