

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**Белорусский национальный технический университет**  
**Кафедра «Металлургия литейных сплавов»**

**А.П. БЕЖОК**

# **ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Часть I**

**«Создание чертежей в среде AutoCAD»**

**Учебно-методическое пособие для студентов специальности  
1-42 01 01 – «Металлургическое производство и материалобработка»**

*Учебное электронное издание*

**Минск ◊ БНТУ ◊ 2007**

УДК 004.451

*Автор:* А.П. Бежок

*Рецензент:* А.Н.Крутилин, кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Машины и технология литейного производства» БНТУ

В предлагаемом учебно-методическом пособии изложена общая характеристика систем компьютерного черчения и 3D моделирования, описаны настройки интерфейса программы и приемы эффективной работы в среде AutoCAD для автоматической подготовки чертежной документации.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
тел. (017) 232-77-52, факс (017)232-91-37

Регистрационный № \_\_\_\_\_

© БНТУ, 2007

© А.П. Бежок

## Содержание

<b>1. Понятие САПР</b> .....	5
<b>2. Система автоматической подготовки чертёжной документации AutoCAD</b> .....	8
2.1. Графический интерфейс AutoCAD .....	9
2.1.1. Графическая зона .....	10
2.1.2. Меню и панели инструментов .....	10
2.1.3. Командная строка .....	10
2.1.4. Строка состояния .....	11
2.2. Базовые понятия .....	11
2.3. Двухмерная система координат и единицы измерения .....	12
2.4. Настройка интерфейса рабочего окна .....	13
2.5. Настройка параметров чертежа .....	17
2.6. Настройка параметров сетки .....	23
2.7. Масштабирование и панорамирование объектов чертежа .....	24
<b>3. Пример выполнения практического задания</b> .....	26
3.1. Оптимизация интерфейса программы, определение и установка параметров чертежа .....	27
3.2. Определение и вычерчивание первого объекта чертежа .....	28
3.2.1. Команды вычерчивания объектов .....	28
3.2.2. Способы выделения объектов .....	29
3.2.3. Основы точного вычерчивания объектов .....	31
3.2.3.1. Способы задания координат первой точки объекта .....	31
3.2.3.2. Способы задания координат второй точки объекта абсолютными, относительными координатами, способом «направление-расстояние» и относительными полярными координатами .....	32
3.3. Определение и вычерчивание прямоугольного основания второго вида чертежа .....	37
3.3.1. Объектные привязки и перемещение объектов чертежа .....	37
3.3.2. Понятие объектного отслеживания по одной точке .....	40
3.4. Определение и вычерчивание окружностей .....	42
3.5. Вычерчивание боковых отрезков второго вида и верхней плиты. Команды Вращать, Удлинить, Обрезать, Зеркало .....	43
3.6. Вычерчивание верхнего прямоугольника первого вида с использованием объектного отслеживания по двум точкам .....	47
3.7. Вычерчивание вертикального отрезка первого вида. Команда Скругление .....	49
3.8. Получение скруглений при помощи команды Скругление .....	51

3.9. Вычерчивание верхней плиты первого вида со скошенными сторонами. Команды Копировать, Растянуть, Точка .....	53
3.10. Вычерчивание местного разреза с использованием команд Сплайн и Штриховка .....	56
3.11. Вычерчивание осевых линий. Команда Масштаб .....	60
3.12. Установка типа и толщины линий. Слои. Размерные стили. Простановка размеров.....	60
<b>Приложения</b> .....	<b>69</b>
Практическое задание №1 .....	69
Практическое задание №2.....	70
Практическое задание №3.....	71
Практическое задание №4.....	72
Практическое задание №5.....	73
Практическое задание №6.....	74
<b>Литература</b> .....	<b>75</b>

## 1. Понятие САПР

Впервые в мире понятия «автоматизированное проектирование» и «САПР» появились в связи с использованием аббревиатуры CAD (Computer Aided Design) в конце 50-х гг. в Массачусетском технологическом институте (США) и первоначально относились к компьютерному черчению в составе такой технологии, как автоматическое изготовление деталей на станках с программным управлением. В связи с этим аббревиатуру CAD часто интерпретировали также как Computer Aided Drafting – черчение с помощью компьютера. К началу 70-х гг. понятие «CAD» - Computer Aided Design – становится международным. С этим термином и отождествлялись в дальнейшем понятия «САПР» и «автоматизированное проектирование» как обозначение технологии конструкторских работ с применением вычислительной техники.

Первые САПР были применены для решения специальных задач в электротехнике на базе мини-ЭВМ. В середине 60-х гг. на мировом рынке появились первые системы с графическими дисплеями, авиационная и автомобильная промышленности США начали разрабатывать собственные программные САПР для больших универсальных САПР. В 70-е гг. впервые находят применение программные средства для трехмерной графики (1975г.), электростатический графопостроитель (1977г.), растровый экран дисплея (1978г.). В 1980г. появился цветной растровый экран дисплея, в 1982 г. разработаны программные средства для объемных моделей.

Однако начало новой мировой информационной эпохи принято связывать с появлением первого персонального компьютера (ПК) в августе 1981 г., который выпустила фирма IBM (International Business Machines Corporation), построенного на принципах открытой архитектуры и модульности. Преимущества IBM PC стали причиной резкого роста производства компьютерной техники, в том числе за счет других фирм, которые стали выпускать устройства, полностью совместимые с IBM PC. Невиданный ранее рост производства вычислительной техники и ее постоянная модернизация сопровождалась формированием широкого рынка программных продуктов самого различного назначения, в том числе предназначенных и для решения задач автоматизации проектных работ. Новые САД-системы и методы автоматизации проектных работ активно стали вытеснять ручные процессы конструирования и черчения не только в машиностроении, но и в других отраслях промышленности. И если первые САД-программы были, в основном, предназначены для изображения элементов чертежа в декартовой системе координат и представляли собой всего лишь «электронный кульман», то возможности новых САД-систем далеко вышли за пределы простой замены ручного черчения компьютерным и позволили говорить о появлении принципиально новых технологий подготовки и проектирования производственных процессов. Такие САПР как Pro/Engineer, Unigraphics, Euclid Quantum стали мощным инструментом для работы со сложными чертежами, создания больших сборок, твердотельного моделирования, работы со сложными поверхностями и многого другого.

Новый этап в развитии САД-технологий связан с появлением в конце 90-х гг. недорогих, но мощных по своим возможностям САД-систем трехмерного твердотельного моделирования на платформе операционной системы Windows. Такие САПР, как SolidWorks, SolidEdge, предлагают расширенные возможности аппарата твердотельного моделирования для решения сложнейших за-

дач проектирования как для крупных предприятий, которые уже имеют опыт работы с САД-системами, так и для средних и мелких предприятий, которые только планируют переход на передовые технологии проектно-конструкторских работ.

В настоящее время стремительно происходит процесс изменения рынка САПР, активизация расширения возможностей САД-систем новой генерации. Дорогостоящие «тяжелые» системы высокого уровня, также как и «легкие» системы низкого уровня, стремительно вытесняются системами нового поколения типа SolidWorks. Создание массовой системы, близкой по функциональным возможностям проектирования к САПР высокого уровня и в то же время доступной для каждого конструктора, сегодня становится реальностью и открывает широкие перспективы развития новых передовых технологий.

С расширением области применения САПР и одновременным развитием их возможностей понятие САПР стали часто необоснованно использовать для обозначения любых систем, располагающих графическим выводом. Также неправильными являются и представления об автоматизированном проектировании только как о черчении с помощью компьютера. Конструирование и черчение с помощью ЭВМ – всего лишь малая часть функций, выполняемых САПР.

САПР можно определить как компьютеризированный комплекс электронных устройств и программных средств, предназначенных для автоматизации проектных работ.

К функциям САПР относятся:

- структурный анализ проектируемой системы и ее элементов (установление взаимосвязей между элементами системы);
- конструирование элементов системы и всей системы в целом на основе заданных параметров;
- инженерный анализ системы и моделирование ее свойств.

В специальной литературе часто с понятием САПР, отождествляемым с термином «САД-система», связывают понятия автоматизированных систем, предназначенных для обозначения смежных с конструированием сфер производства:

- САЕ-системы (Computer Aided Engineering), системы инженерных расчетов с помощью ЭВМ;
- САМ-системы (Computer Aided Manufacturing), к функциям которых относится управление программируемыми станками, автоматическими линиями и робототехникой, автоматизированное производство деталей машин, автоматизированный выбор инструмента и т.д.;
- САК-системы (Computer Aided Quality Assurance), в функции которых входит поддерживаемое компьютером обеспечение качества, прежде всего программирование измерительных машин;
- САП-системы (Computer Aided Planning), к функциям которых относится автоматизированное проектирование технологических процессов при подготовке производства;
- САПМ-системы (Computer Aided Production Management), в функции которых входит производственное планирование и контроль, организация труда, материально-техническое обеспечение, контроль оплаты труда, организация документационного обеспечения и т.д.;

- СИМ-системы (Computer Integrated Manufacturing), обеспечивающих взаимодействие всех названных систем производственного предприятия.

В настоящее время для решения конкретных прикладных задач используются программные продукты различного уровня, которые существенно различаются по цене и функциональным возможностям.

САПР высокого уровня (например, системы Pro/Engineer, Euclid Quantum, Unigraphics) включают в себя общецелевые программы для трехмерного (3D) геометрического, параметрического моделирования и конечно-элементного анализа моделируемых объектов в режиме интерактивной цветовой графики и с последующей обработкой данных. Предназначены преимущественно для работы на графических станциях с операционной системой UNIX. Для использования на персональном компьютере такие программы, как правило, устанавливаются на более мощном основном сервере или графической рабочей станции, к которой и подключается ПК для работы в сетевом режиме.

САПР среднего уровня (например, системы SolidWorks, SolidEdge) по своим возможностям сопоставимы с системами высокого уровня, но характеризуются значительно меньшим коэффициентом затрат. Предназначены для использования на персональных компьютерах под управлением операционной системы Windows.

САПР низкого уровня (например, системы AutoCAD, CadKey) в основном отвечают за выпуск чертежно-конструкторской документации и обеспечивают ограниченное твердотельное моделирование.

Программное обеспечение для автоматизированного проектирования систем высокого и среднего уровня позволяет выполнять следующие функции:

- создание геометрической модели объекта с использованием линий, дуг, кривых, поверхностей;
- твердотельное моделирование;
- создание фотореалистичных изображений с использованием дополнительных источников освещения и регулирования характеристик поверхности материала;
- поддержка базы данных свойств различных материалов;
- наличие библиотеки стандартных элементов для проектирования изделий (винты, гайки, пружины и т.п.);
- параметрическое моделирование объектов;
- возможность создания сложных трехмерных сборок, включающих тысячи деталей;
- возможность динамического контроля сборки в процессе движения перемещающихся элементов в реальном времени;
- возможность автоматического создания чертежа детали на основе трехмерного объекта и синхронизации изменений в чертежах и сборках;
- поддержка многочисленных форматов обмена графической информацией, прежде всего, DWG (для обмена данными с AutoCAD), DXF (для обмена данными с различными чертежно-графическими системами), IGES (для обмена данными с системами объемного моделирования), VRML (для обмена данными через Internet).

## 2. Система автоматической подготовки чертёжной документации

### AutoCAD

Система автоматической подготовки чертёжной документации AutoCAD, созданная фирмой Autodesk, является на сегодняшний день наиболее распространенной программной графической системой автоматического проектирования в промышленности, насчитывающая несколько миллионов только зарегистрированных пользователей.

Первая версия AutoCAD увидела свет в 1982 году и работала в среде DOS. Это была первая по-настоящему работоспособная программа автоматизированного проектирования, способная работать на ПК. В те времена подобного рода системы эксплуатировались на мощных графических станциях или больших вычислительных машинах. Успех системы AutoCAD во многом определяется принятой при ее разработке концепцией системы с открытой архитектурой. Большинство используемых файлов представляло собой обычный текст, и это позволяло легко использовать содержащиеся в них данные в сопряженных пользовательских системах. Другой важный фактор - возможность использования встроенного в систему языка программирования AutoLISP. Кроме этого система имеет максимально широкий набор инструментов и методов эффективной работы с чертежами. В результате широкие функциональные возможности AutoCAD превратили эту систему в своего рода стандарт в классе. Сейчас AutoCAD – это наиболее гибкая из существующих графическая программная система для ПК, способная эффективно работать в самых различных областях технического проектирования и используемая более чем в 125 странах мира. Помимо мощного аппарата графических функций для создания чертежей (схем, диаграмм, планировок), AutoCAD имеет возможности (хотя и ограниченные) и для трехмерного моделирования объектов, что приближает ее к системам среднего класса.

САПР конструкторско-чертежной документации могут использоваться для разработки любого типа чертежной документации – архитектурных, строительных, электрических или механических чертежей, создавать виды в изометрических проекциях

К важнейшим функциям этих САПР относятся:

- Возможность получения аккуратных, точно соответствующих размерам детали, чертежей.
- Возможность манипулирования (копирование, масштабирование, повороты и т.д.) и редактирования созданных ранее изображений. Однажды выполненный, чертеж может быть изменен или дополнен без необходимости повторного его черчения.
- Возможность получения надписей на чертежах в зависимости от желания конструктора любым размером, стилем и под любым углом.
- Нанесение размеров, штриховки, соответствующей материалу детали.
- Возможность сохранения чертежей на дисках в виде отдельных файлов, не требующих много места для записи.
- Возможность использования баз данных часто встречающихся элементов чертежа без необходимости их повторного вычерчивания (гайки, шпонки, шпильки и т.д.).



▪ Чертежи могут выполняться любых размеров, любой сложности, с последующим выводом на печать (рис.7.2). При этом различные элементы чертежей могут выполняться послойно и разным цветом.

В последнее время появился ряд параметрических систем автоматизированного технического проектирования и выполнения чертежных работ, входящих в состав пакетов параметрического твердотельного моделирования («Компас», «Solid Edge», «Т-flex» и т.д.). Эти системы позволяют осуществлять полностью параметризованное черчение и твердотельное моделирование, при котором геометрические размеры объектов чертежа и их взаимное расположение определяются значениями управляющих размеров и многочисленными взаимосвязями объектов чертежа. Это позволяет легко вносить изменения в чертежи, оперативно изменять геометрию и взаимное расположение объектов. В этом заключается одновременно преимущество и недостаток параметрических систем, поскольку при параметрическом черчении приходится тщательно продумывать порядок вычерчивания и наложения параметрических взаимосвязей. Вместе с тем, параметрическое черчение не всегда требуется, а освоение максимально широкого набора инструментов и методов эффективной работы с чертежами в среде AutoCAD позволит пользователю при необходимости оперативно перейти к работе с другой САПР.

В данном пособии рассматривается работа с системой на примере версии AutoCAD 2006.

## 2.1. Графический интерфейс AutoCAD

На рис.2.1 показан рабочий экран AutoCAD 2006, на котором можно выделить 4 функциональные зоны.

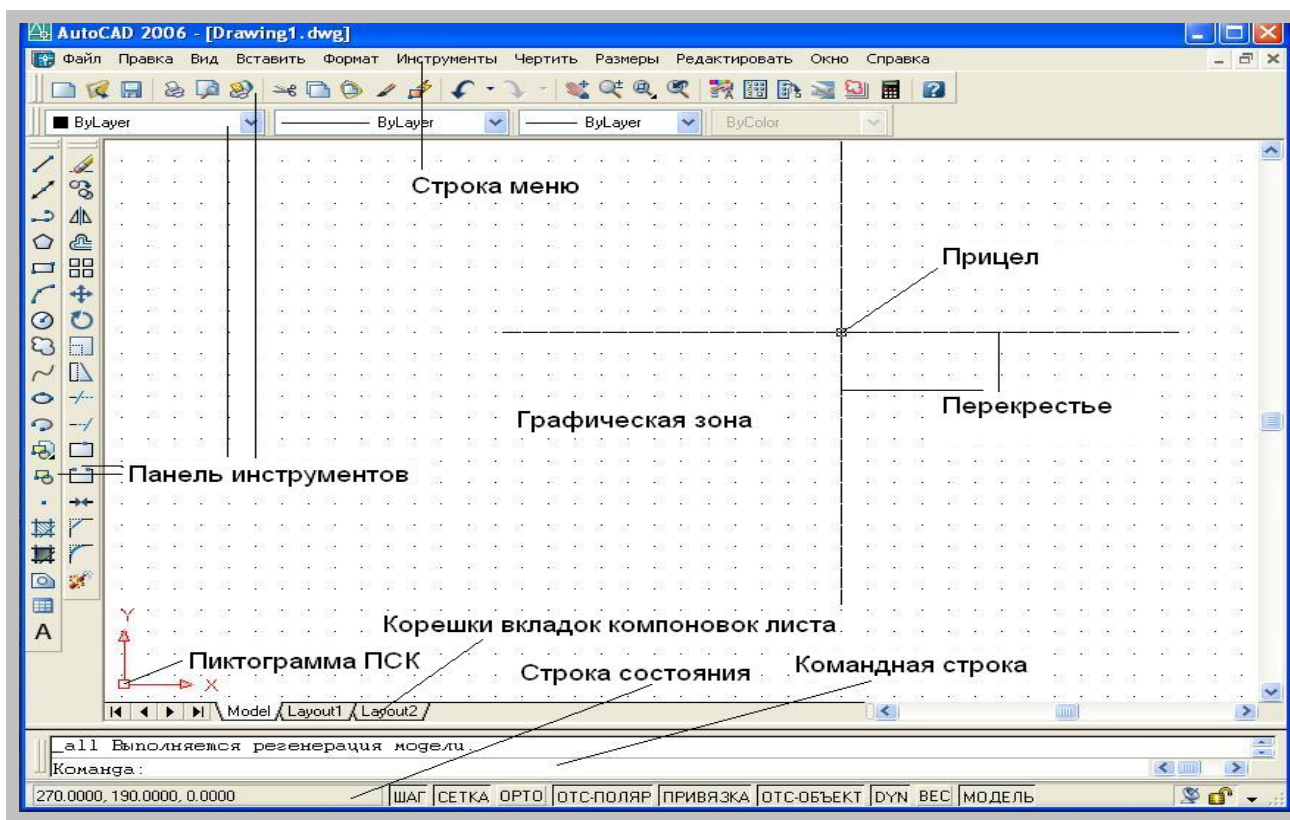


Рис. 2.1. Рабочий экран AutoCAD

### 2.1.1. Графическая зона

Это область экрана черного (белого) по умолчанию цвета. Она представляет собой аналог чистого листа бумаги, и на ней вычерчиваются объекты чертежа (отрезки, окружности, текст и т.д.). В отличие от реального бумажного листа графическая зона может иметь произвольные размеры, и пользователь имеет возможность разместить на ней объекты любых габаритов (карта звездного неба, территория завода, платы микропроцессорного устройства). В самом низу графической зоны находится корешок с надписью Model. Вычерчивание ведется на этой вкладке, а другие вкладки используются при подготовке чертежа к выводу на печать.

В левом нижнем углу графической зоны расположена пиктограмма пользовательской системы координат. Направления стрелок показывают направление осей координат X и Y.

В графической зоне расположен прицел и перекрестье. Текущие координаты перекрестия выводятся в строке состояния.

### 2.1.2. Меню и панели инструментов

В самом верху экрана находится строка системного меню. Посредством этого меню пользователь имеет доступ практически ко всем функциям системы. При установке системы по умолчанию используется 31 панель инструментов. AutoCAD позволяет пользователю адаптировать интерфейс в соответствии со своими индивидуальными потребностями путем создания, модифицирования или удаления любых панелей инструментов и пунктов меню.

Для получения доступа ко всему списку панелей инструментов необходимо совместить указатель мыши с любой присутствующей на экране панелью и нажать правую кнопку мыши. В появившемся списке можно отметить галочкой нужную панель инструментов.

### 2.1.3. Командная строка

В нижней части экрана располагается отдельное текстовое окно с регулируемым количеством текстовых строк (оптимально две строки). При желании можно увеличить размер этого окна за счет графической зоны экрана. Любую команду можно выполнить непосредственно из командной строки (например, набор команды line в командной строке запускает вычерчивание отрезка). При использовании меню и пиктограмм панелей инструментов для запуска команд их текстовые эквиваленты выводятся в командную строку автоматически. Многие команды имеют свои внутренние меню, доступ к которым осуществляется через командную строку.

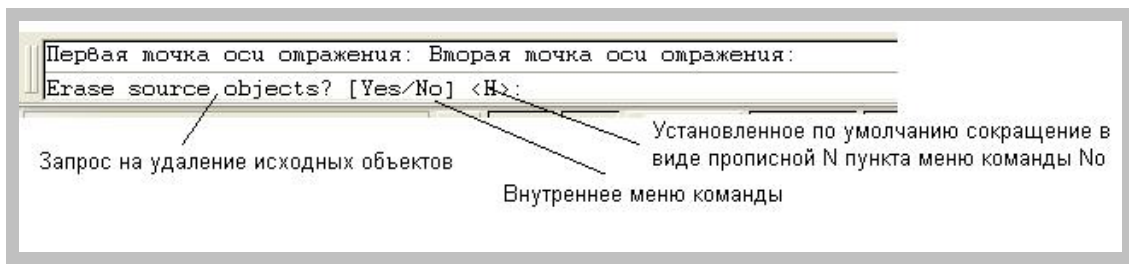


Рис. 2.2. Внутреннее меню команды Зеркало в командной строке

Для того чтобы увидеть больше двух последних строк текста диалога, можно распахнуть текстовое окно клавишей F2.

### 2.1.4. Строка состояния

В самом низу экрана расположена строка состояния. Слева в строке выведены текущие координаты X и Y перекрестья. Они изменяются по мере перемещения перекрестья с помощью мыши в пределах графической зоны экрана. Правее расположено несколько кнопок, назначение которых будет описано ниже.

## 2.2. Базовые понятия

Для работы с AutoCAD необходимо ознакомиться с базовыми принципами ее организации. AutoCAD – это приложение, предназначенное для компьютерного черчения и трехмерного непараметрического моделирования, написанное на языке программирования C++. Одной из ее особенностей является открытая архитектура приложения. Вторая особенность – командный принцип организации. Любое действие в системе описывается *командой* или *системной переменной*. В справочнике по системе описано около тысячи команд и системных переменных. Любую из них можно ввести в командную строку и запустить нажатием клавиши Enter. Таким образом, для того, чтобы начертить отрезок, можно поступить следующим образом:

1. Ввести в командную строку **Line** и нажать **Enter**;
2. Нажать кнопку **Отрезок** на панели инструментов **Чертить**;
3. Выбрать команду **Отрезок** из пункта меню **Чертить**.

Кроме этого, возможно использование псевдонимов команд (**L** вместо **Line**) для ускорения ввода команд с клавиатуры. Имена команд используются также при программировании на встроенных языках программирования *AutoLISP* и *Visual BASIC*.

AutoCAD является программой *векторной графики*. Чертеж при этом состоит из набора объектов. Методика формирования изображения объекта средствами графического редактора системы основана на использовании математических моделей, описывающих его геометрию. Так при выводе изображения отрезка с координатами  $X_1$  и  $Y_1$  начальной и  $X_2$  и  $Y_2$  конечной точек в графическую зону, система рассчитывает координаты X и Y тех пикселей экрана, которые необходимо отобразить на белом фоне графической зоны черным цветом по уравнениям  $X=X_1+(X_2 - X_1)*U$

и  $Y=Y_1+(Y_2 - Y_1)*U$ , где  $U=L/R$ - параметр точки,  $R$  – длина отрезка,  $L$  – расстояние от начальной до текущей точки, которую необходимо рассчитать. Таким образом, файл AutoCAD представляет собой базу данных чертежа, в которой в общем случае хранится имя объекта, координаты его характерных точек и другая служебная и настроечная информация, а объекты базы данных чертежа при выводе их на экран легко масштабируются без потери качества изображения. При прокручивании колеса «мыши» с целью уменьшения или увеличения видимого размера объекта чертежа каждый раз происходит обращение к базе и перерасчет центральным процессором или графическим процессором видеокарты координат точек экрана, которые необходимо отобразить. Эта процедура перерасчета называется регенерацией изображения и при наличии большого количества объектов в базе данных может занимать продолжительное время.

### 2.3. Двухмерная система координат и единицы измерения

Задание точек построения является фундаментальной операцией в любой графической системе. Без освоения всех манипуляций, связанных с определением точек в графической зоне чертежа, ни о каком вычерчивании не может быть и речи. Формирование любых графических примитивов опирается на заданные точки построения. Как и все другие системы, AutoCAD использует по умолчанию прямоугольную систему координат, в которой каждая точка в поле чертежа может быть однозначно определена парой чисел – значениями ее координат  $X$  и  $Y$ . По умолчанию точка пересечения координатных осей имеет координаты  $0, 0$  и совпадает с пиктограммой пользовательской системы координат, расположенной в нижнем левом углу графической зоны экрана. Стрелка этой пиктограммы, помеченная символом  $X$ , указывает положительное направление оси абсцисс, а стрелка, помеченная символом  $Y$ , соответственно – оси  $Y$ .

Как же происходит процесс вычерчивания, и в каких единицах измеряются значения координат и размеры объектов? Если вы чертите на экране компьютера, а не на листе ватмана формата А4, это не имеет значения. При работе в среде AutoCAD нет необходимости ужиматься до физических размеров листа бумаги и если вам нужно изобразить план завода  $2*2$  км, то вы чертите этот план в натуральную величину в километрах, метрах, миллиметрах или дюймах, а не перемножаете каждый реальный размер на масштабный коэффициент с целью уместить его на листе формата А0, как это было до появления первых систем автоматической подготовки чертёжной документации. Можно считать, что экран дисплея безразмерен, и можно, увеличивая масштаб представления, увидеть мелкие объекты нашего завода или, уменьшив масштаб, видеть на экране сразу весь завод. И только при печати этого плана на принтере определенного формата, нужно будет определить масштаб представления.

При этом создание, как плоских двухмерных элементов, так и объемных трехмерных моделей происходит в бесконечном 3D пространстве. В нем присутствует точка пересечения координатных осей  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  – точка начала отсчета единиц измерения, отмеченная пиктограммой пользовательской системы координат. В свою очередь, эта точка лежит на бесконечной плоскости, которая называется эскизной плоскостью. Именно на эскизной плоскости, которая по умолчанию при запуске системы расположена параллельно экрану монитора и происходит вычерчивание объ-

ектов чертежа. Для того чтобы ориентироваться на этой плоскости при отсутствии на экране объектов чертежа и определять положение точки начала отсчета используется сетка. Ее нижний левый угол совпадает с точкой начала отсчета, а длина, ширина и расстояние между видимыми и невидимыми точками настраивается. Присутствие сетки позволяет лучше ориентироваться на эскизной плоскости и быстро оценить размеры деталей чертежа.

## 2.4. Настройка интерфейса рабочего окна

Настройка интерфейса, т.е. внешнего вида программы на экране монитора является очень важным элементом подготовки к высокопроизводительной работе с любой системой компьютерной графики. AutoCAD содержит огромное количество команд, запускаемых из многочисленных пунктов меню и панелей инструментов. Совершенно нет необходимости держать на виду много лишних панелей инструментов, команды которых либо вообще не нужны в данном случае, либо они понадобятся позже. Большое количество пиктограмм, даже если вы знаете их наизусть, сильно утомляет пользователя, а также занимает место на экране, сокращая размер графической зоны экрана. Чем больше размер графической зоны, тем меньше операций изменения размеров объектов на экране, т.е. их масштабирования требуется.

В нашем случае для работы необходимо иметь на экране не более восьми (рис.2.3) из тридцати одной панели, но для начала их количество уменьшим до четырех, исключив панели: ПРИВЯЗКА,

СЛОИ, РАЗМЕРЫ, СВОЙСТВА ОБЪЕКТОВ. При желании можно вообще убрать все панели инструментов, нижнюю строку «Пуск» Windows и строку заголовка рабочего окна при помощи команды *Ctrl + O* пункта меню Вид и пользоваться командной строкой или меню.

Командная строка может содержать любое количество строк при оптимальном значении в две строки.

Справа и снизу графической зоны расположены полосы прокрутки, удалив которые с экрана можно также расширить ее размер.

При необходимости, можно сохранить внешний вид настроенного рабочего экрана в виде персонального именованного (рис.2.4) профиля. Это избавит пользователя от повторной настройки привычного и удобного для него интерфейса при работе в системе нескольких пользователей, а также позволит сформировать любое количество своих профилей, ориентированных на выполнение различных задач.

Система AutoCAD имеет огромное (несколько сотен) количество настроек, регулирующих работу системы. Все они определяются системными переменными. Изменить их значения можно, набрав имя соответствующей системной переменной из командной строки. Однако доступ к большей части системных переменных осуществляется с помощью диалоговых окон, расположенных в различных частях пользовательского интерфейса. Изучать и запоминать все настройки не стоит, мы коснемся только тех из них, которые необходимы по ходу изложения материала. Полный перечень команд и системных переменных с описанием их назначения можно просмотреть и распечатать из справочной системы AutoCAD.

Командная строка может содержать любое количество строк при оптимальном значении в две строки.

Справа и снизу графической зоны расположены полосы прокрутки, удалив которые с экрана можно также расширить ее размер.

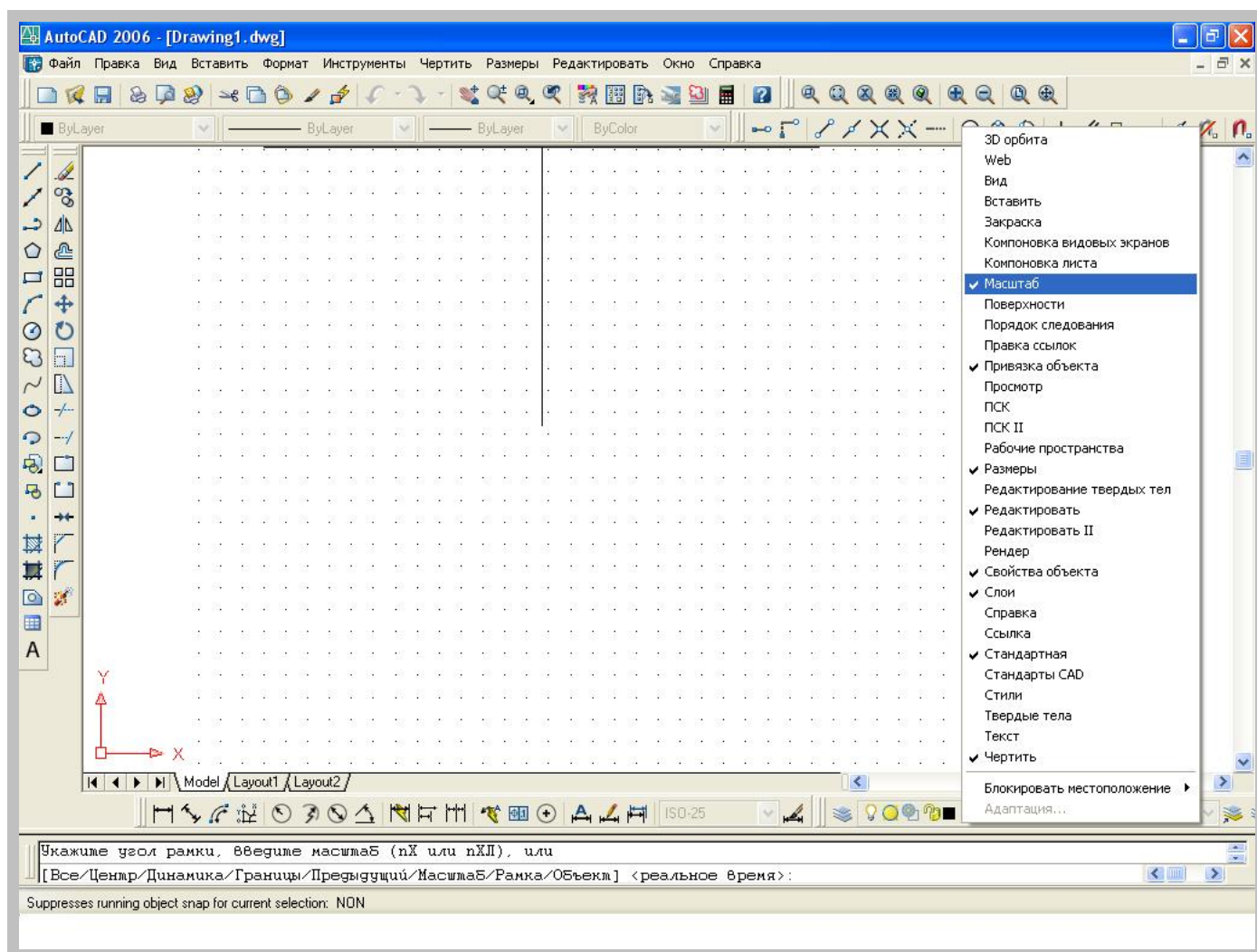


Рис.2.3. Настройка интерфейса рабочего окна


При необходимости, можно сохранить внешний вид настроенного рабочего экрана в виде персонального именованного (рис.2.4) профиля. Это избавит пользователя от повторной настройки привычного и удобного для него интерфейса при работе в системе нескольких пользователей, а также позволит сформировать любое количество своих профилей, ориентированных на выполнение различных задач.

Система AutoCAD имеет огромное (несколько сотен) количество настроек, регулирующих работу системы. Все они определяются системными переменными. Изменить их значения можно, набрав имя соответствующей системной переменной из командной строки. Однако доступ к большей части системных переменных осуществляется с помощью диалоговых окон, расположенных в различных частях пользовательского интерфейса. Изучать и запоминать все настройки не стоит, мы коснемся только тех из них, которые необходимы по ходу изложения материала.



Полный перечень команд и системных переменных с описанием их назначения можно просмотреть и распечатать из справочной системы AutoCAD.

Кроме непосредственного доступа к настройкам из командной строки, основную часть параметров можно изменить, выбрав пункт меню **Формат** и пункт меню **Инструменты>Опции**. К диалоговому окну **Настройка** (рис.2.5.) можно также получить доступ через контекстное меню правой кнопки мыши (рис.2.6), которое может иметь несколько вариантов в зависимости от положения указателя мыши в момент нажатия правой кнопки. Использование контекстных меню, закрепленных за правой кнопкой мыши, является удобным способом ускорения работы с системой. Адаптация правой кнопки расположена в диалоговом окне **Настройка** (рис.2.7).

Это окно содержит девять закладок, из которых появляется доступ к множеству других диалоговых окон. Параметры диалоговых окон делятся на две категории – системные (относятся ко всем файлам и системе в целом) и настройки, относящиеся к текущему чертежу (сохраняются в базе данных конкретного чертежа и загружаются автоматически с открытием чертежа). Последние обозначены пиктограммой  и с некоторыми из них мы познакомимся ниже.

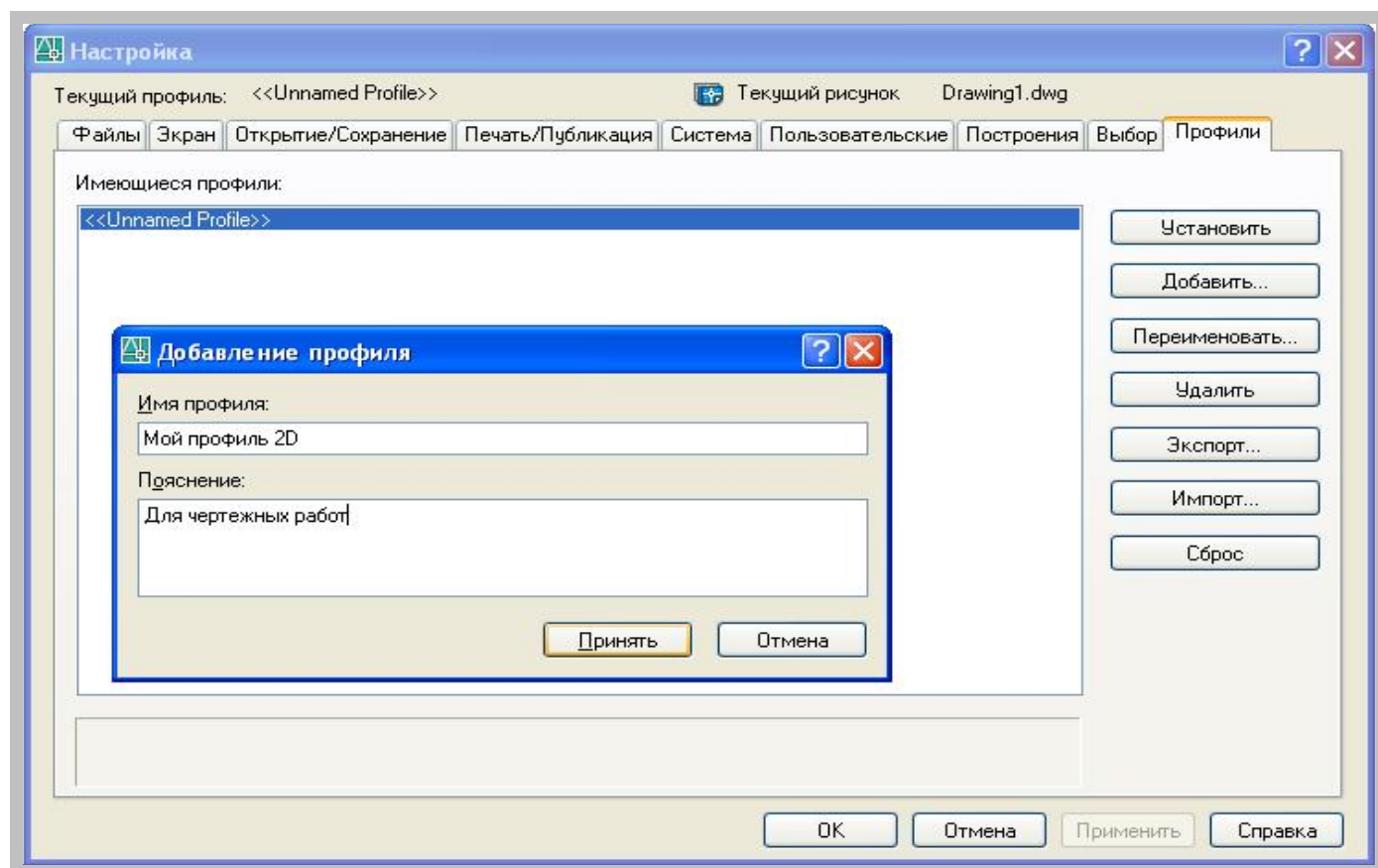


Рис.2.4. Использование пользовательского профиля.

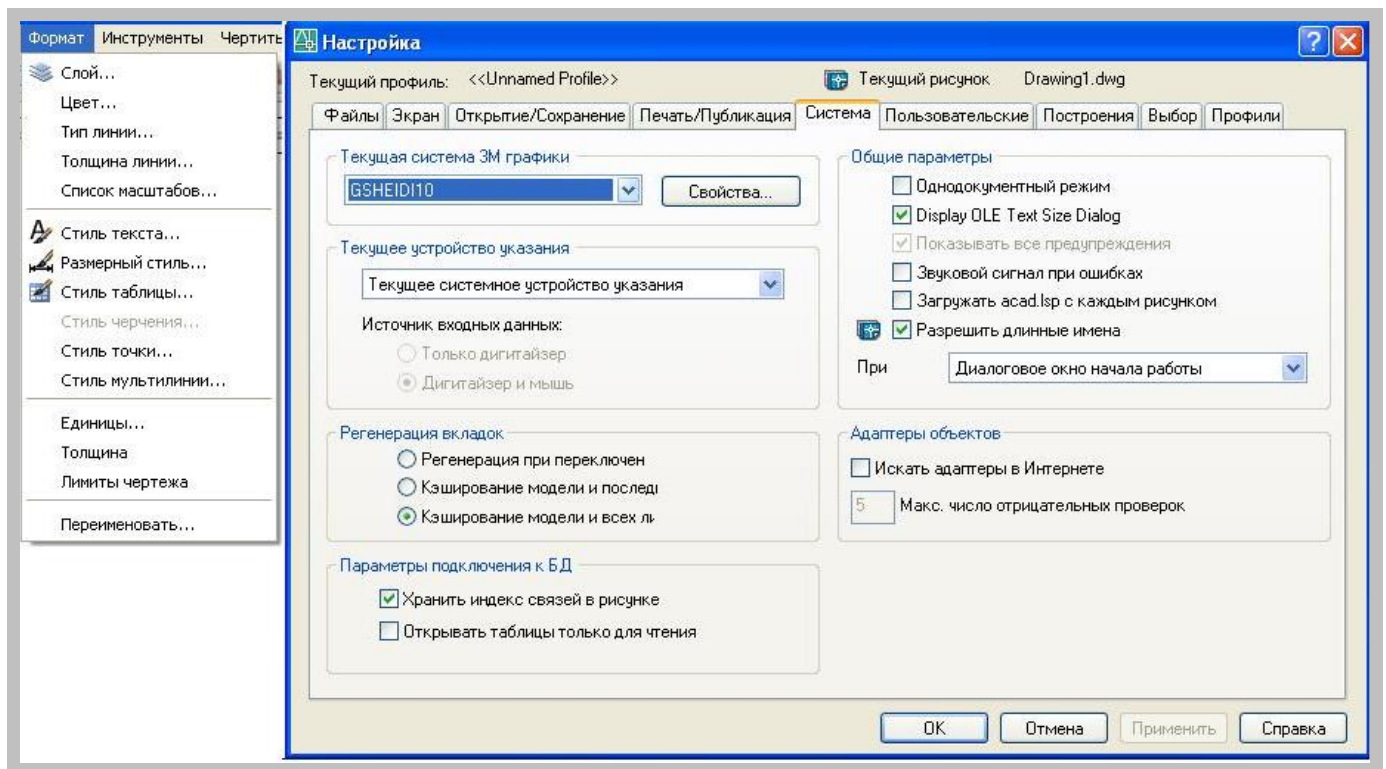


Рис.2.5. Диалоговое окно «Настройка».

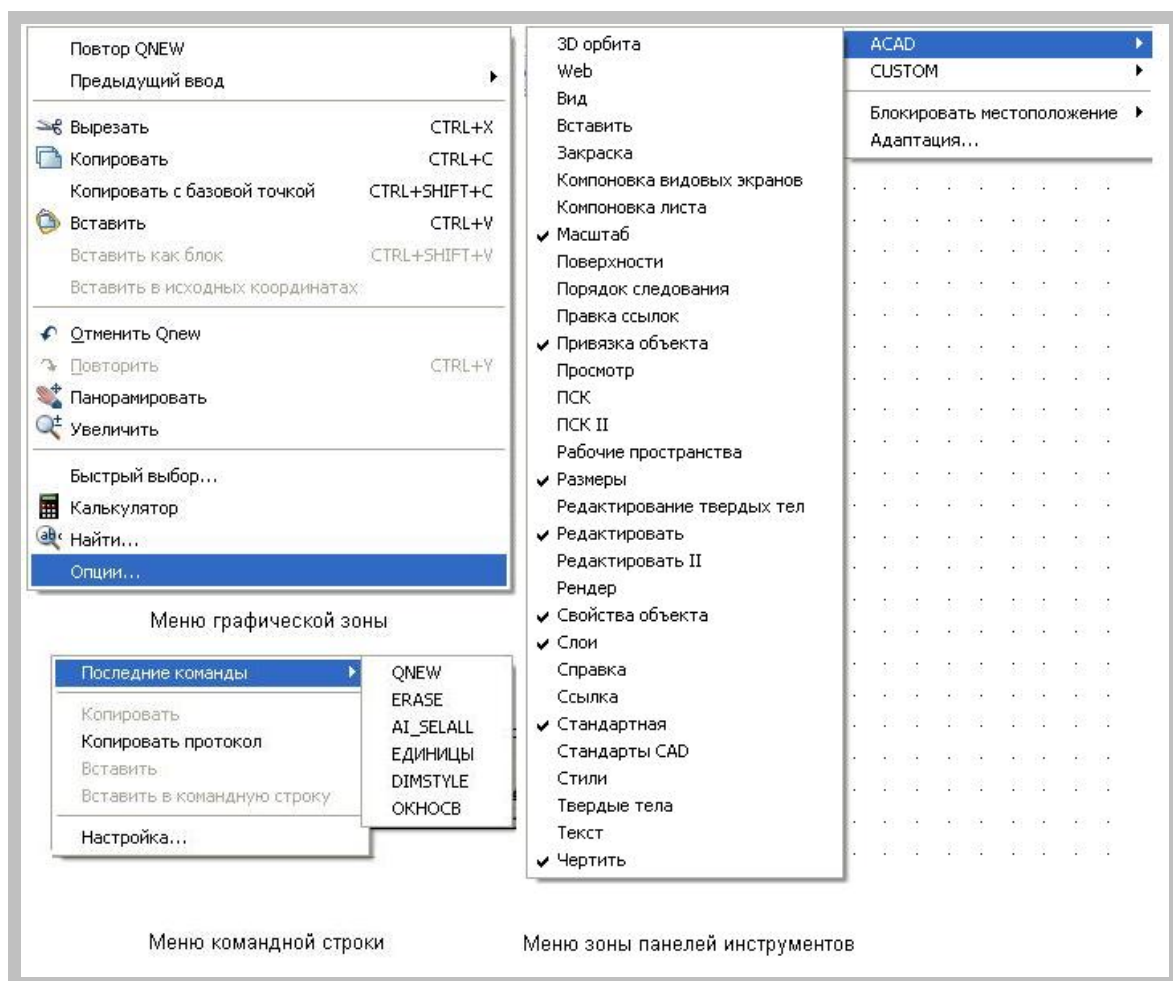


Рис.2.6. Варианты контекстных меню правой кнопки мыши.



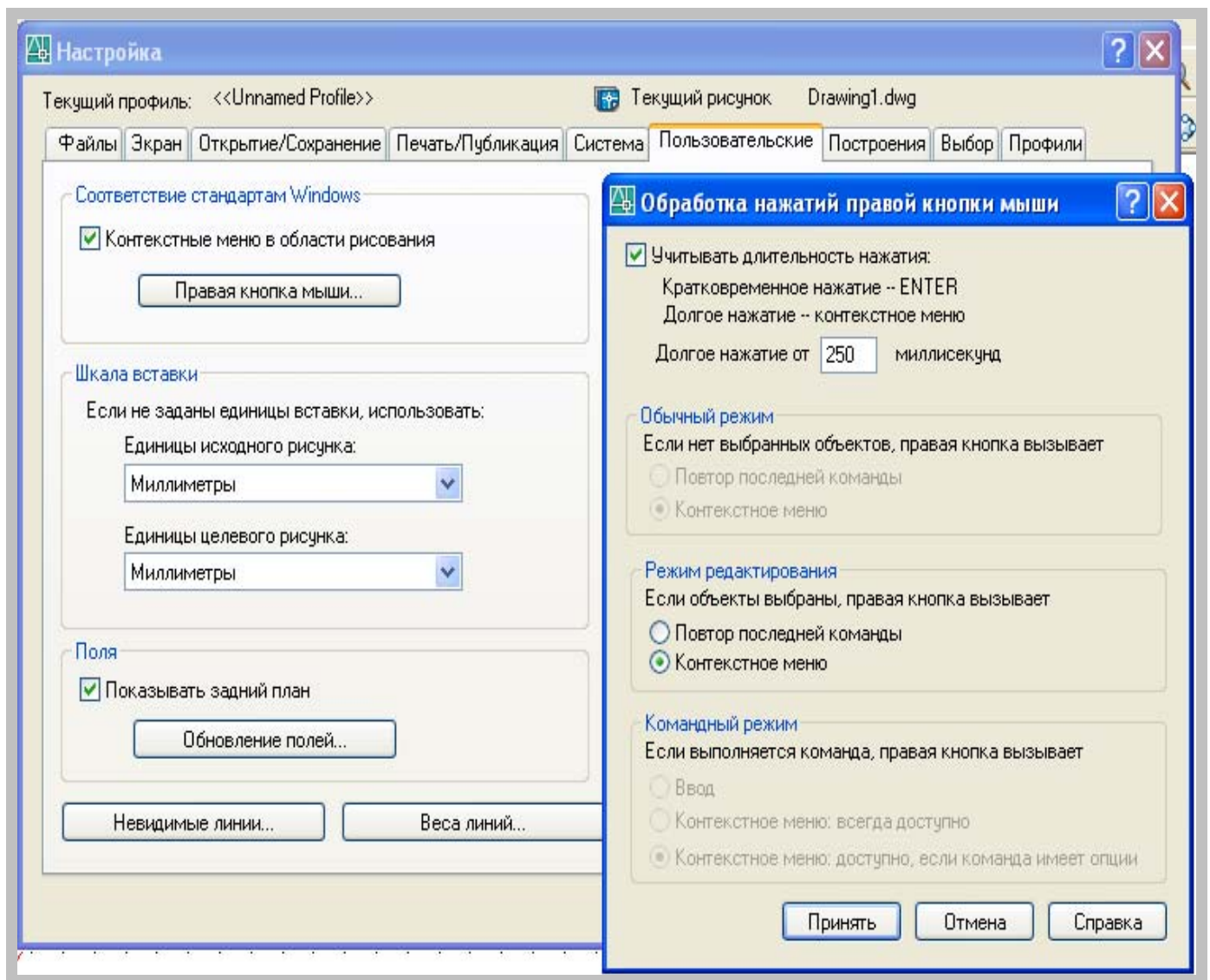



Рис.2.7. Адаптация правой кнопки мыши.

## 2.5. Настройка параметров чертежа

Нажатие кнопки  «создать новый файл» стандартной панели инструментов активизирует диалоговое окно создания нового чертежа. На нем расположены четыре переключателя. Левый запускает диалоговое окно для загрузки существующего файла. Второй переключатель активизирует окно выбора единиц измерения чертежа (по умолчанию – метрические). Третий переключатель позволяет осуществлять запуск нового файла на основе шаблона (Рис.2.8)

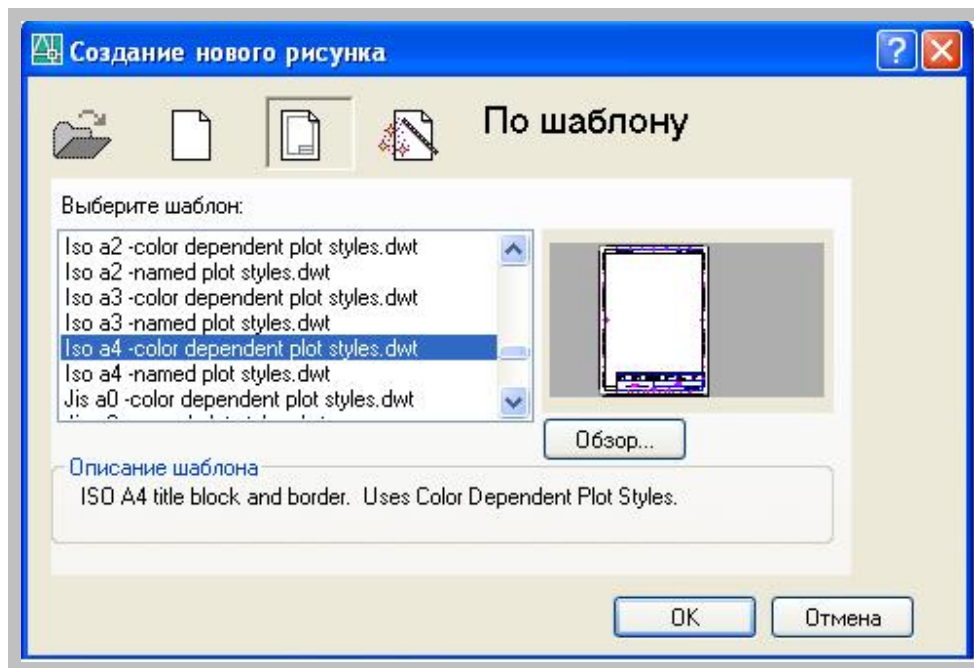


Рис. 2.8. Диалоговое окно создания нового чертежа.

В качестве шаблона может выступать любой чертеж со всеми своими многочисленными настройками и объектами (обычно используется для загрузки стандартных рамок и компоновок для печати). Для создания собственного шаблона достаточно сохранить файл в формате с расширением **dwt** при помощи команды **Сохранить** как пункта меню **Файл**. При этом файл шаблона автоматически размещается в папке **Templates** корневой директории AutoCAD.

Последний переключатель запускает мастер чертежных настроек, позволяющий осуществить установку единиц измерения расстояний, координат и точности их представления, единиц измерения углов и точности их представления, направление нулевого угла, направление отсчета углов и размеры сетки (лимиты чертежа) при выборе варианта детальной подготовки (Рис.2.9).

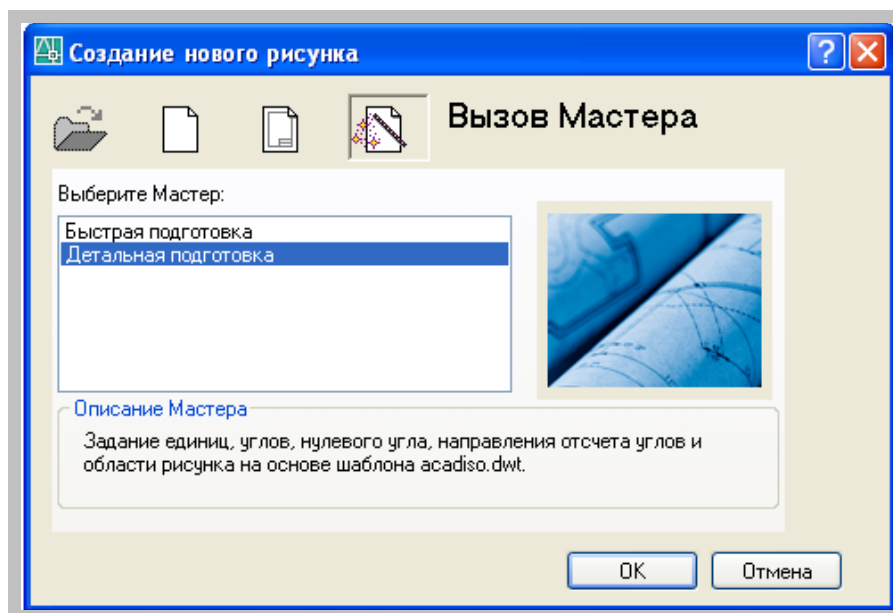


Рис. 2.9. Мастер детальной подготовки чертежных настроек.

По умолчанию устанавливаются десятичные единицы измерения с точностью до четвертого знака после запятой (рис.2.10).

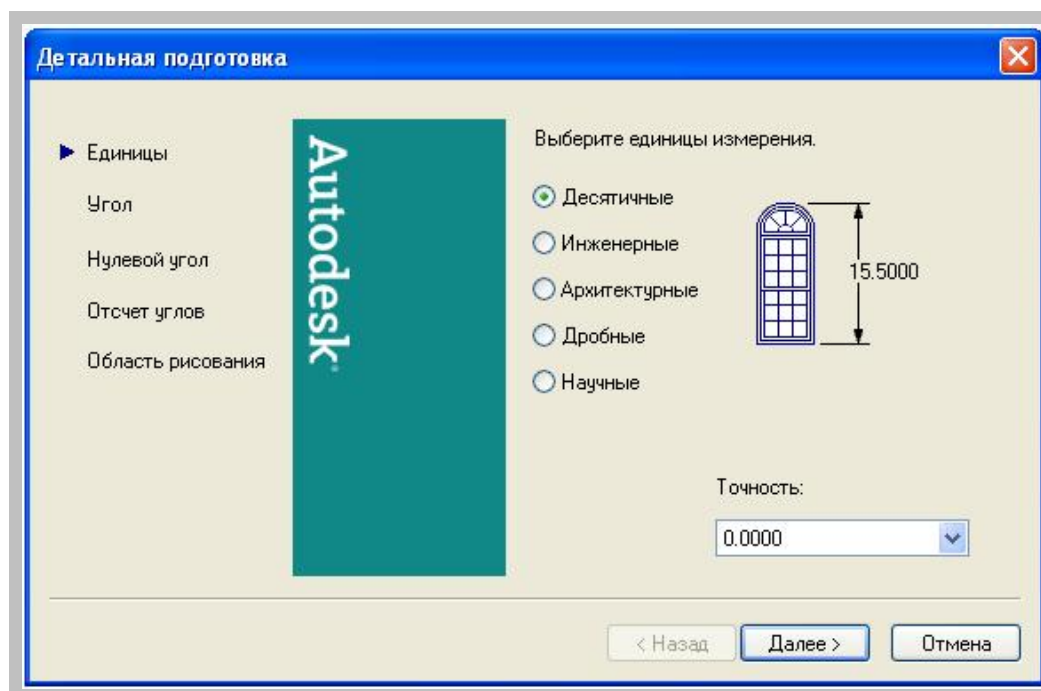


Рис.2.10. Настройка единиц измерения чертежа.

Все параметры система вычисляет с максимальной точностью до восьми знаков вне зависимости от того, какая точность установлена в диалоговом окне. В данной ситуации система просто округляет до четвертого знака величину, например, расстояния до точки. При этом это округленное значение мы наблюдаем в командной строке, счетчике строки состояния и т.д. (рис.2.11).

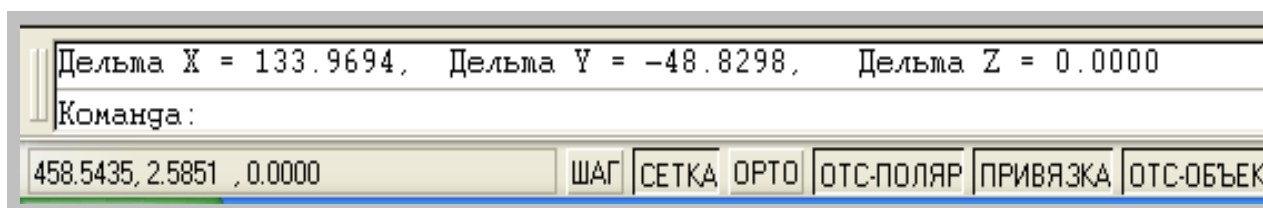


Рис.2.11.

Настройка единиц измерения и точности в процессе работы всегда может быть изменена при помощи диалогового окна **Единицы рисунка** (рис.2.12).

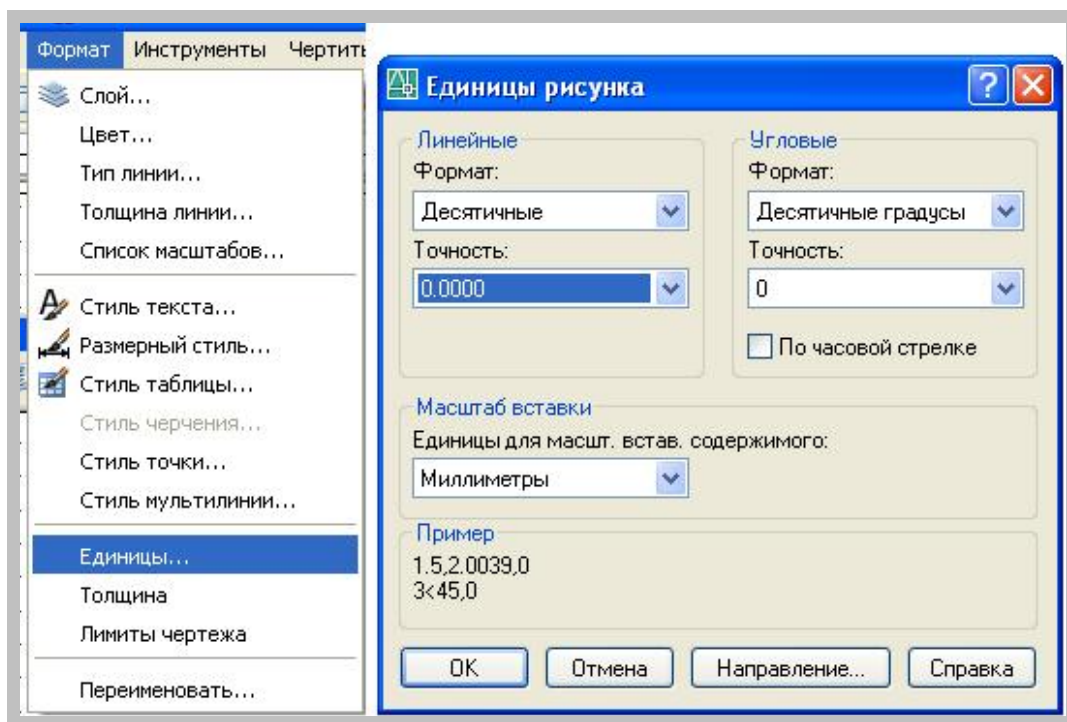


Рис.2.12. Диалоговое окно **Единицы рисунка**.

При выборе точности единиц измерения необходимо придерживаться правила «двух знаков». Рекомендуется устанавливать на два знака после запятой больше максимально необходимой в чертеже точности. В результате измерения длины диагонали прямоугольника (рис.2.13), длины сторон которого имеют целочисленные значения, получается значение 275.86231345. При установке точности измерения единиц, равной нулю, результат расчета будет округлен до значения 276.

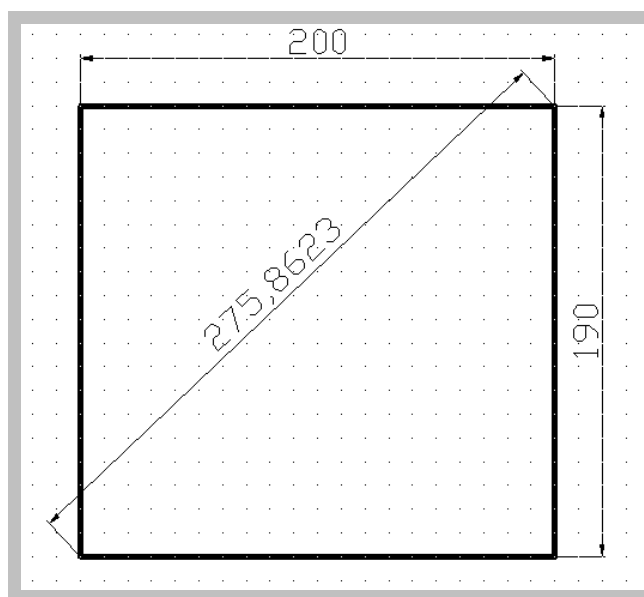


Рис.2.13.

Аналогичный подход используем при установке единиц и точности установки углов (рис.2.14).

В следующих двух окнах (рис.2.15) настраивается направление нулевого угла (справа налево или на восток) и направление отсчета углов в системе (против часовой стрелки по умолчанию). Эти установки по умолчанию нет необходимости изменять, так как это общепринятые параметры еще из школьного курса геометрии. Поэтому при настройке параметров удобнее пользоваться вариантом быстрой подготовки, где задаются только параметры единиц, точности измерения и лимиты чертежа. Лимиты чертежа – это границы распространения сетки на бесконечной эскизной плоскости (рис.2.16). При необходимости можно заблокировать вычерчивание за границами сетки.

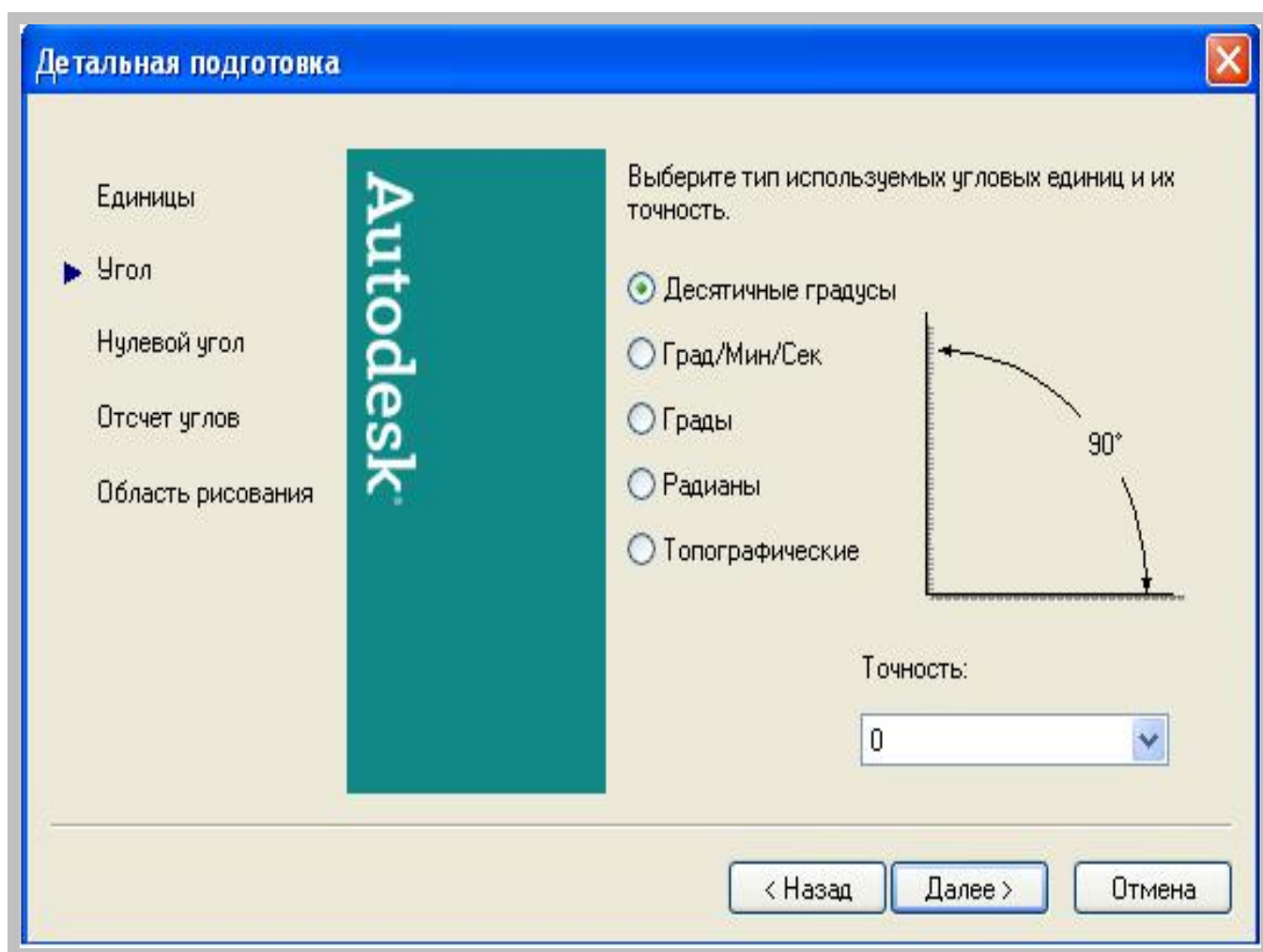


Рис.2.14. Настройка единиц и точности измерения углов.

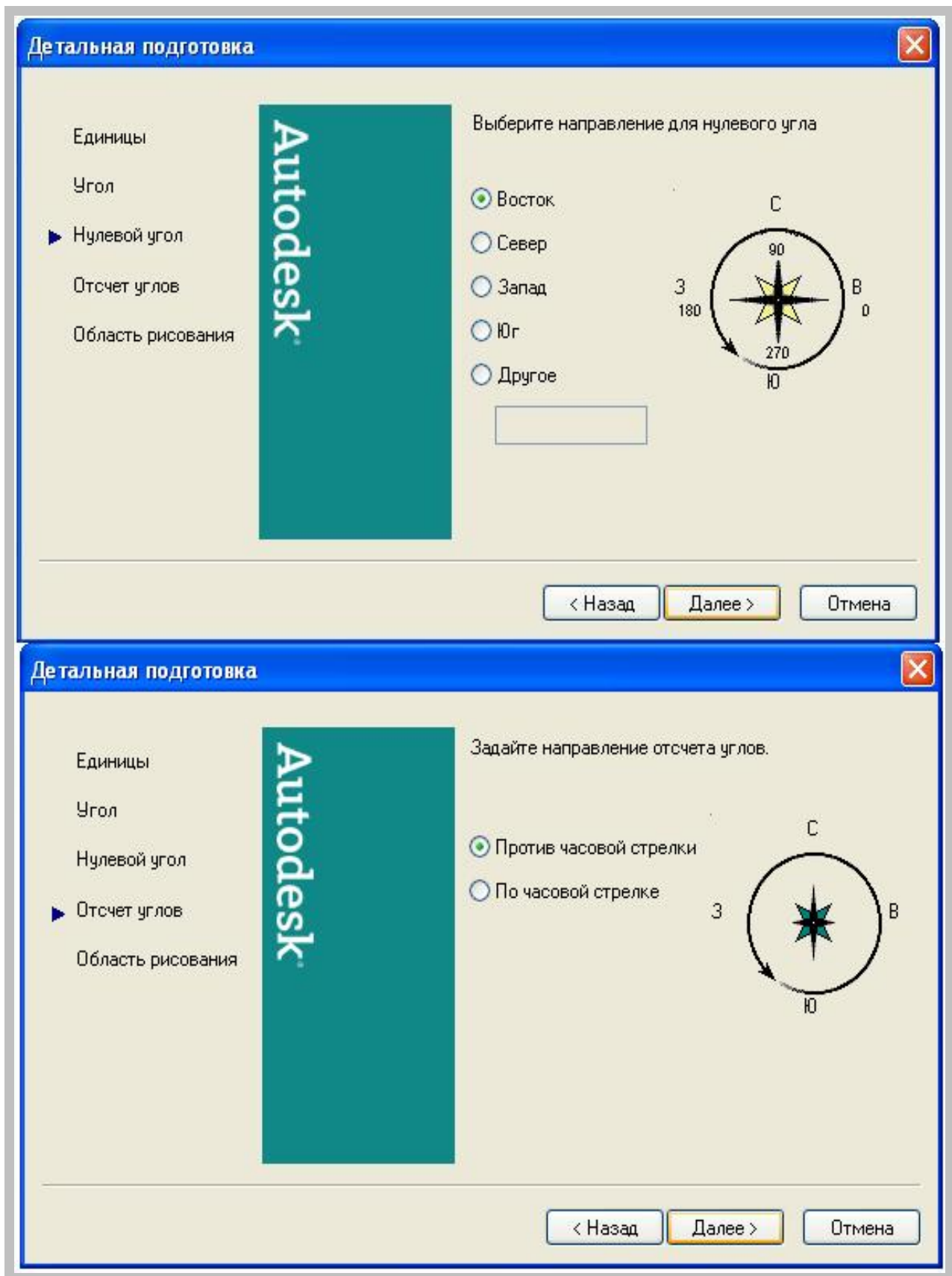


Рис.2.15. Настройка направления нулевого угла и направления отсчета углов.



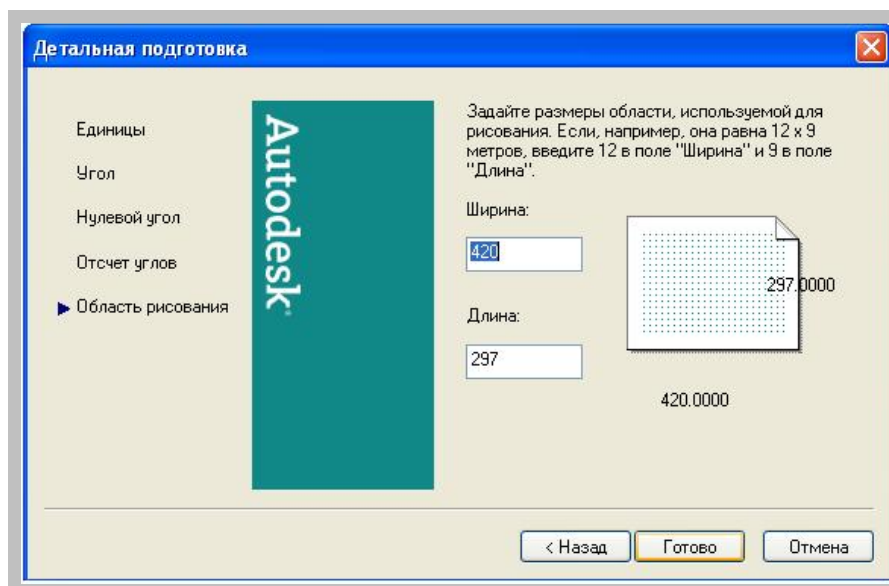


Рис.2.16. Настройка лимитов.

По умолчанию лимиты составляют 420\*297 мм, и для наших заданий нет необходимости их изменять, хотя они могут иметь произвольное значение (100 000\*50 000 км, например).

## 2.6. Настройка параметров сетки

По умолчанию габариты сетки составляют 420\*297. Для ее включения необходимо нажать кнопку Сетка строки состояния или клавишу F7. Для настройки параметров сетки необходимо правой кнопкой мыши запустить контекстное меню кнопки **Сетка** и выбрать пункт **Настройка** (рис.2.17).

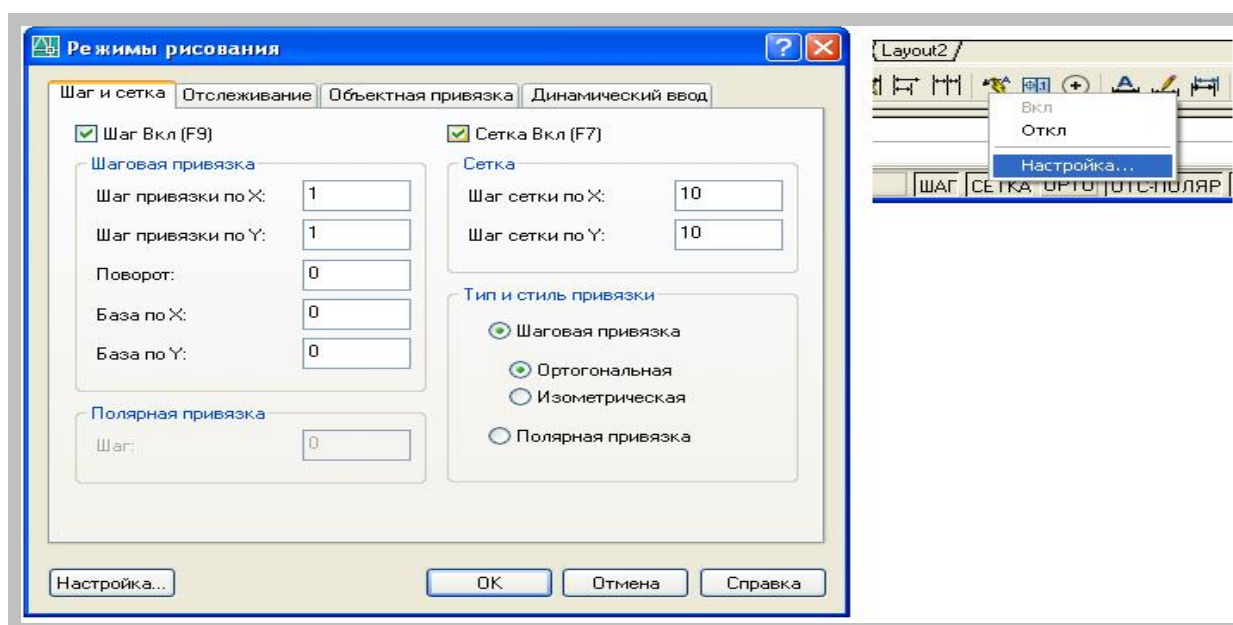


Рис.2.17. Настройка параметров сетки.

Шаг сетки или расстояние между видимыми точками оставляем 10\*10 мм. Кроме этого между видимыми точками можно установить любое количество невидимых вспомогательных точек привязки. Для получения аналога реальной миллиметровки шаг привязки по X и Y устанавливается равным 1 мм. Для включения привязки к линиям сетки необходимо нажать кнопку **Шаг** строки состояния или клавишу **F9** клавиатуры. После активизации привязки к сетке перекрестье при плавном перемещении мыши будет перемещаться по графической зоне скачками в один миллиметр, что видно по ступенчатым приращениям значений координат в строке состояния. При выключенной привязке сетка не отключается, однако перекрестье перемещается по экрану плавно, без скачков, и в строке состояния его координаты также плавно изменяют свои значения с точностью, определенной при настройке параметров файла.

## 2.7. Масштабирование и панорамирование объектов чертежа

При работе с объектами чертежа постоянно приходится изменять их масштаб на экране, а также осуществлять прокрутку не вместившегося в графическую зону полностью изображения. Система AutoCAD имеет большое количество способов выполнения этих задач. Доступ ко всем вариантам использования панорамирования и масштабирования осуществляется из выпадающего пункта меню **Вид** (рис.2.18).

Этот пункт меню имеет большое количество подпунктов. При рассмотрении этой темы остановимся только на тех из них, которые касаются работы с чертежами в модельном пространстве одного видового экрана.

Наиболее простым вариантом выполнения операций масштабирования и панорамирования является использование колеса мыши **Intellimouse**. При прокручивании колесика происходит ступенчатое уменьшение или увеличение масштаба просмотра изображения на экране с установленным по умолчанию значением системной переменной **zoomfactor** равным 60. При необходимости это значение можно изменить, введя в командной строке имя системной переменной, ее новое значение, и нажав клавишу **Enter** (Рис.2.18).

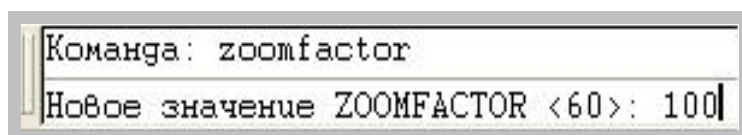


Рис.2.18.

Данная системная переменная является примером настройки интерфейса с доступом только из командной строки.



Для панорамирования изображения необходимо нажать и удерживать колесо мыши с одновременным ее перемещением.

Приведенный способ наиболее универсален, но не всегда удобен. При использовании колеса масштабирование происходит скачками, определенными масштабным коэффициентом, что



не всегда позволяет достичь оптимального результата. Для плавного масштабирования можно использовать масштабирование в реальном времени (рис.2.19). После запуска команды необходимо перемещать мышь вверх или вниз, удерживая ее правую кнопку.

Команда панорамирования в реальном времени просто дублирует колесо мыши и необходима скорее при работе с обычной двухкнопочной мышью (рис.2.19).

Команда  увеличивает масштаб с коэффициентом 2X, а  уменьшает с коэффициентом 0.5.

При работе над чертежами часто бывает необходимо увеличить какую-то часть изображения. Для этого используется выделение рамкой (окном). При этом часть картинка, попавшая в рамку, выводится на всю графическую зону экрана.

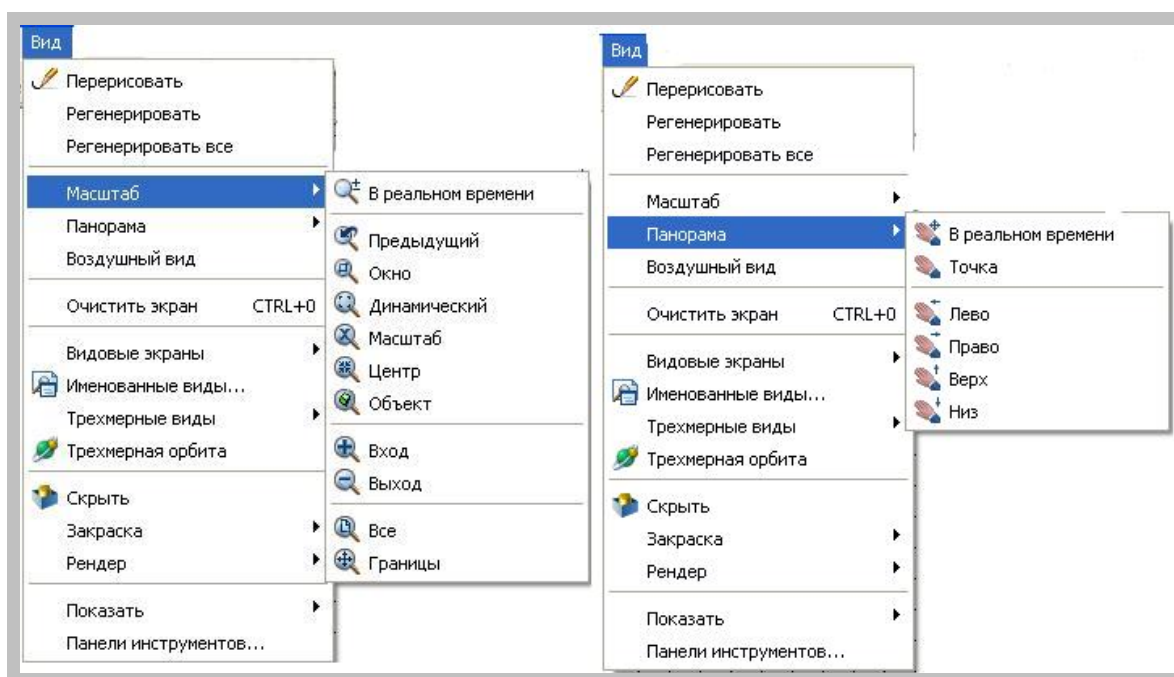


Рис.2.19. Пункт меню Вид.

Очень удобной является команда **Объект**. Она увеличивает предварительно выделенный объект чертежа до полного заполнения им графической зоны экрана.

Команда **Все** выводит с максимально возможным увеличением в графическую зону все объекты чертежа.

Команда **Границы** выводит сетку (лимиты) чертежа в графическую зону. Ее удобно использовать, когда в результате некорректного панорамирования или масштабирования происходит потеря ориентации на эскизной плоскости (сетка где-то слишком далеко справа или масштаб изображения слишком маленький для ее отображения на экране).

Для работы с чертежами большого размера (карта местности в километрах, например) удобно использовать команды **Воздушный вид** и **Динамический вид**.

При использовании динамического вида происходит одновременное масштабирование и панорамирование объектов чертежа.

Команда **Предыдущий** последовательно возвращает предыдущие виды.

Доступ к описанным выше командам масштабирования и панорамирования осуществляется также и из панелей инструментов **Масштаб** и **Стандартная** (рис.2.20).

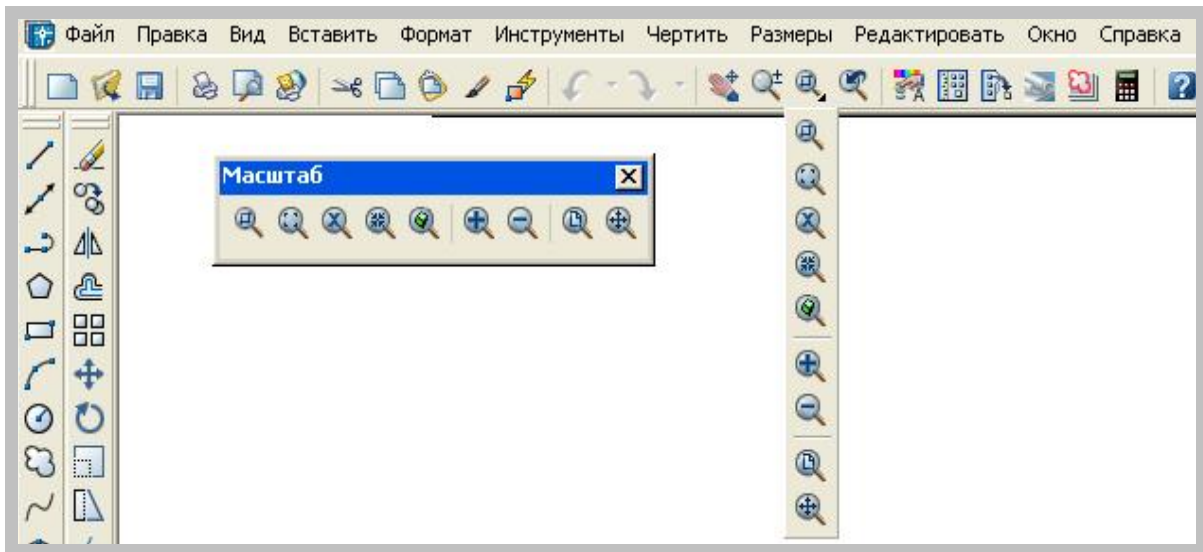


Рис.2.20. Команды масштабирования

### 3. Пример выполнения практического задания

В качестве задания используем несложный чертеж, представленный на рис.3.1.

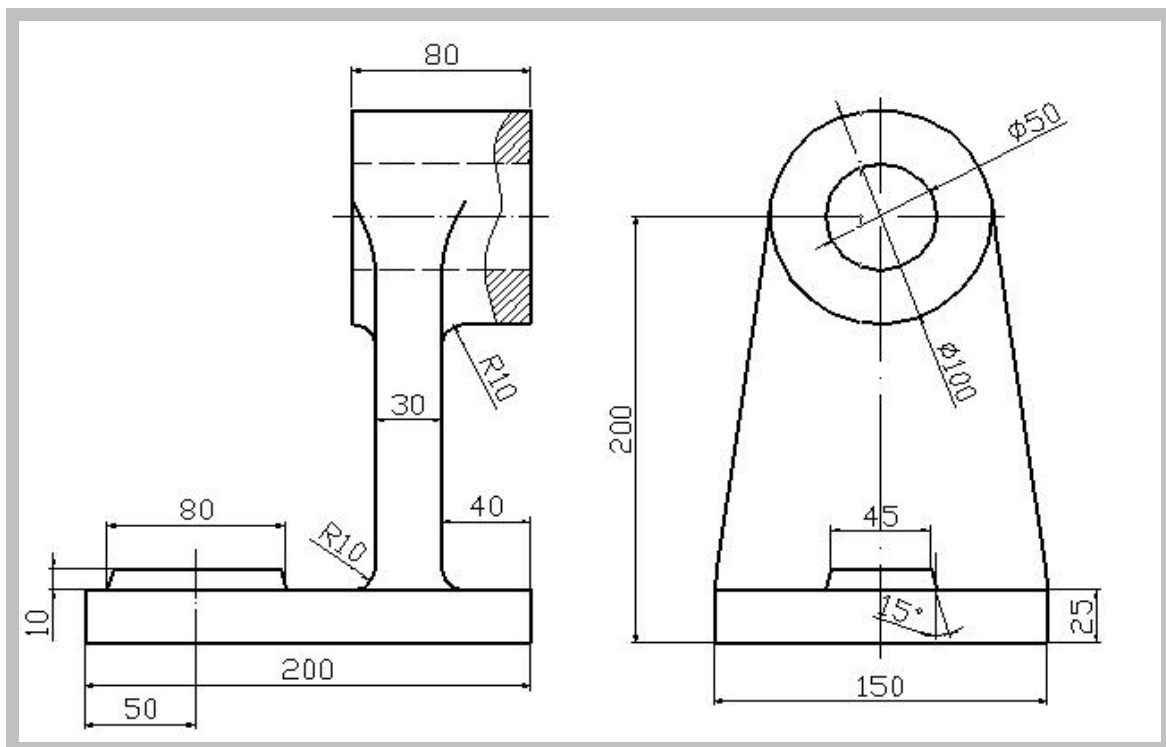



Рис.3.1. Исходное задание

При производстве сложных чертежей, состоящих из многих тысяч объектов, необходимо тщательное планирование работ с учетом многих факторов, которые не описаны в данном пособии (о некоторых из них будет рассказано ниже). Однако и простые чертежи требуют определенного планирования. Последовательность действий и теоретический материал, необходимый для выполнения задания, будет излагаться в процессе работы над заданием. Приведенный порядок выполнения оптимален с точки зрения скорости выполнения работы, хотя данный чертеж можно вычерчивать в любой последовательности.

### **3.1. Оптимизация интерфейса программы, определение и установка параметров чертежа**

1. Перед началом работы необходимо оптимизировать интерфейс программы и задать параметры чертежа (пункты 2.4, 2.5 и 2.6). При этом размер сетки по оси X может быть определен с учетом отступа между видами (порядка 20 мм), а также отступами между левым и правым краем листа и левым и правым видом соответственно (25мм и 25мм). Габариты (лимиты) чертежа в масштабе 1:1 составят, таким образом,  $200(\text{максимальный размер первого вида по оси X})+150(\text{максимальный размер второго вида по оси X})+25+25+20=420\text{мм}$  по оси X и  $250(\text{максимальный вертикальный габарит чертежа по оси Y})+25+25=300\text{ мм}$  по оси Y. Величины отступов могут быть любыми, но в данной ситуации мы выбрали их несколько заниженными, так как пытаемся поместить чертеж в пределах ближайшего стандартного значения листа формата А3.

Таким образом, установленные ранее при настройке параметров чертежа лимиты формата А3 420/297 мм подходят для размещения в пределах сетки всех объектов чертежа. Приведенный расчет носит рекомендательный характер, так как совсем не обязательно чертить в пределах лимитов (так просто удобнее). Он показывает возможный подход к производству чертежа в модельном пространстве и не касается вопросов вывода чертежа на печать в пространствах листа.

2. После установки лимитов необходимо включить сетку нажатием кнопки Сетка строки состояния или клавиши F7 (см. п.2.6) и запустить команду  Границы (см. п.2.7) для вывода сетки в графическую зону экрана с максимально возможным масштабом. Эту команду удобно также использовать для поиска «потерянной» сетки, когда после многократного прокручивания колеса «мыши» масштаб сетки становится таким маленьким, что ее невозможно вывести на экран.

Рабочее окно программы должно выглядеть, как на рис.3.2 с установленными параметрами чертежа и сетки.

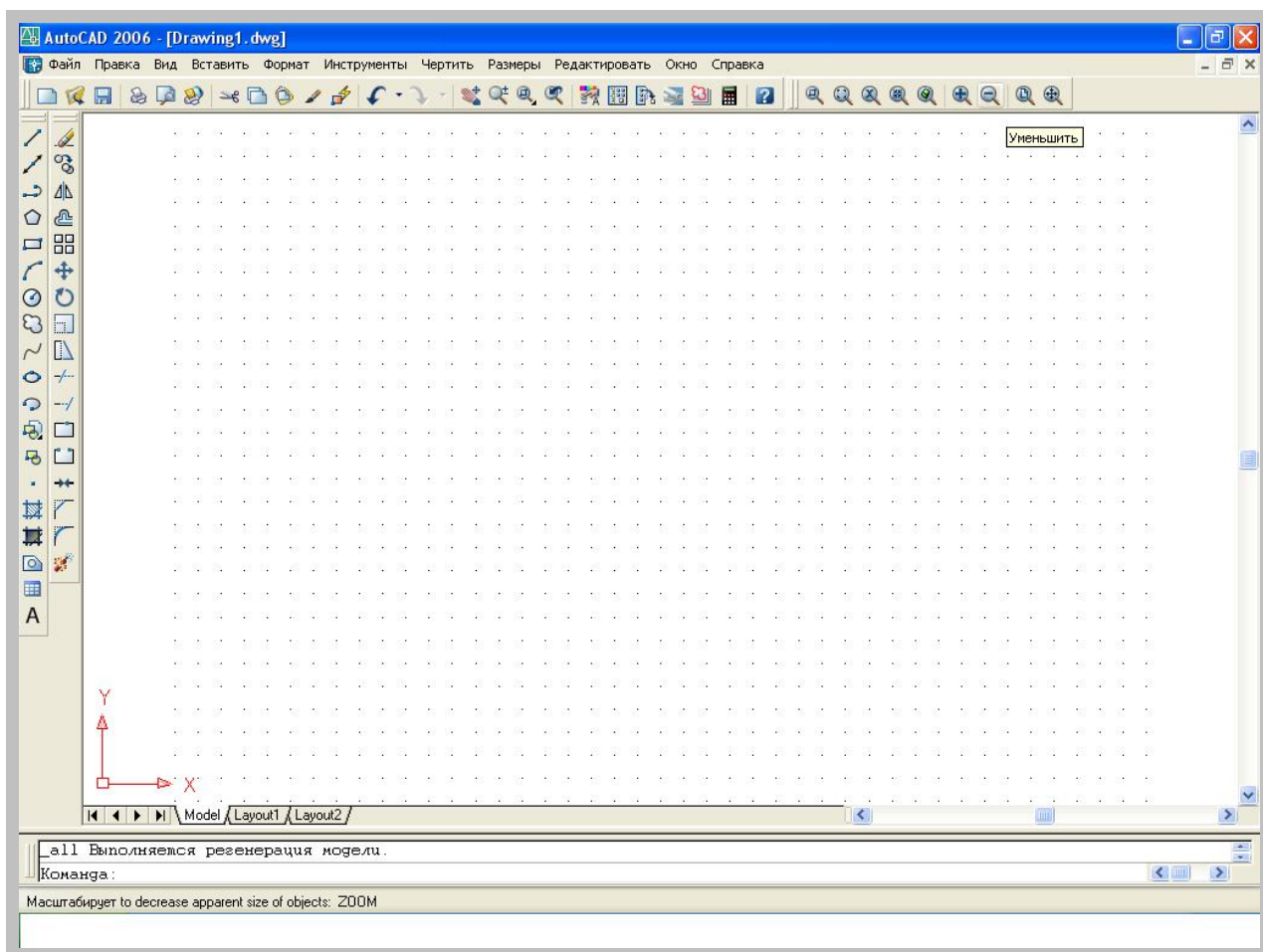


Рис. 3.2. Внешний вид рабочего окна.

## 3.2. Определение и вычерчивание первого объекта чертежа

Последовательность вычерчивания объектов может быть произвольной, но правильнее и логичнее всего в нашем примере начать с прямоугольного основания размером 200\*25 мм, так как оно является удобной базой для вычерчивания остальных объектов чертежа. Данное основание можно начертить двумя способами: с использованием команды **Прямоугольник** или **Отрезок**. Использование команды **Прямоугольник** для вычерчивания основания первого вида является оптимальным с точки зрения скорости вычерчивания по сравнению с командой **Отрезок**.

### 3.2.1. Команды вычерчивания объектов

Команды вычерчивания объектов находятся в пункте меню **Чертить**, на панели инструментов **Чертить**, а доступ к некоторым из них возможен только из командной строки. На рис.3.3 приведен их почти полный перечень. Из меню осуществляется доступ к большему количеству вариантов вычерчивания, чем из панели инструментов. Так, дуга может быть получена одиннадцатью способами из меню и одним, по трем точкам, из панели инструментов. Запуск некоторых ко-

манд вычерчивания активизирует командную строку, где осуществляется ввод данных и настройка параметров команды с использованием текстового меню. Кроме этого ввод данных может осуществляться в динамическом режиме прямо в текстовое окно рядом с перекрестьем при нажатой кнопке «DYN» строки состояния. Другие команды выполняются и настраиваются из диалоговых окон. Знакомство с командами будем проводить по мере изложения материала.

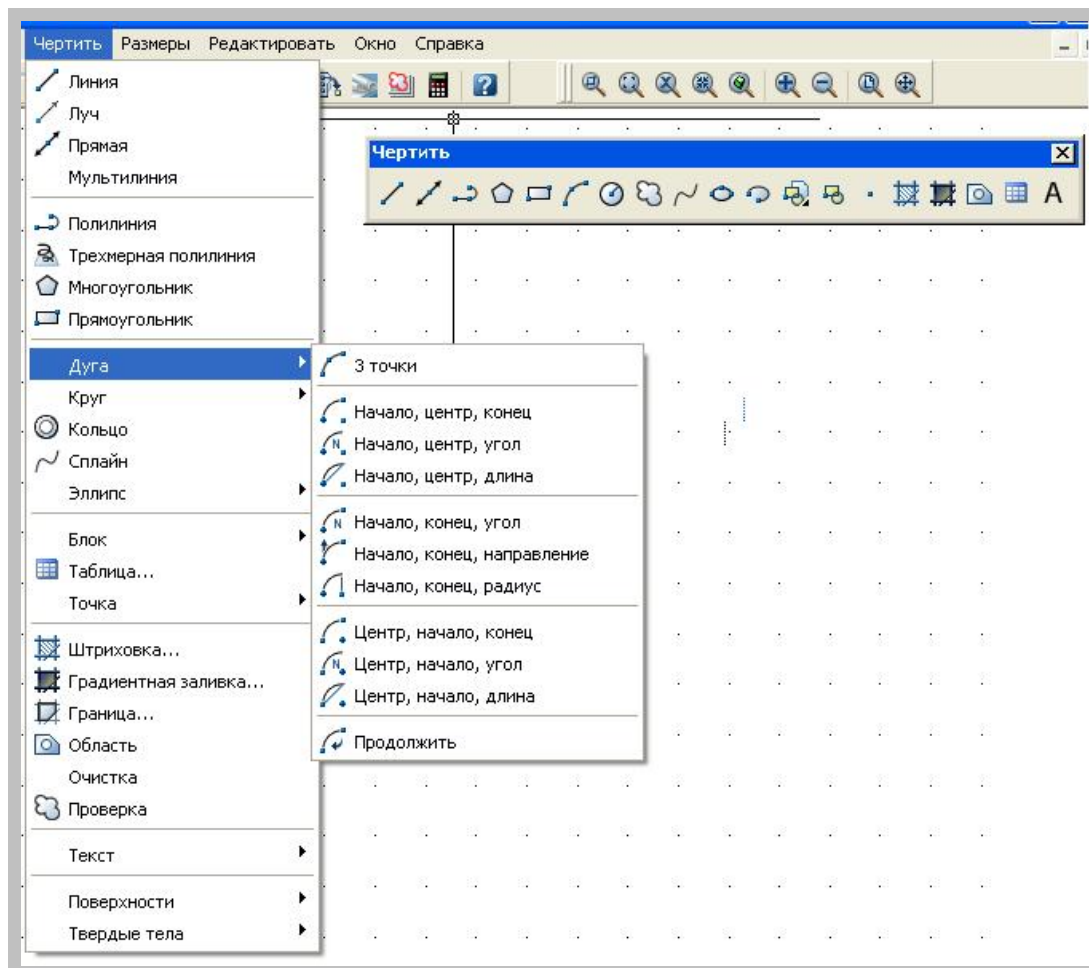


Рис.3.3. Команды вычерчивания объектов

### 3.2.2. Способы выделения объектов

Существует шестнадцать способов выделения объектов чертежа для выполнения команд редактирования над ними (удаление, копирование, перемещение и т.д.). На рисунке 3.4 приведено внутреннее меню команды **Select** (запускается только из командной строки).

Рамка/Последний/Секрамка/БОКС/Все/Линия/РМн-угол/СМн-угол/Группа/Добавить/Исключить/Несколько/Текущий/Отменить/Авто/Единственный

### 3.4. Внутреннее меню команды **Select**

Для выделения объектов чертежа прицел перекрестья необходимо совместить с любой точкой контура объекта и после того, как объект подсветится черной пунктирной линией, зафиксировать выбор нажатием левой кнопки мыши. При этом, например, у прямоугольника, появятся четыре синих квадратика (рис.3.5) в узловых точках. Эти квадратика называются *ручками* (цвет и размеры ручек регулируются, а подробнее об их использовании будет изложено ниже). Из оставшихся способов выделения самыми полезными являются «*Рамка*» и «*Секущая рамка*» (рис.3.6). Для их использования необходимо нажатием левой кнопки мыши обозначить первую диагональную точку прямоугольной области и перемещением мыши накрыть нужные объекты. После повторного нажатия левой кнопки мыши объекты будут выделены.

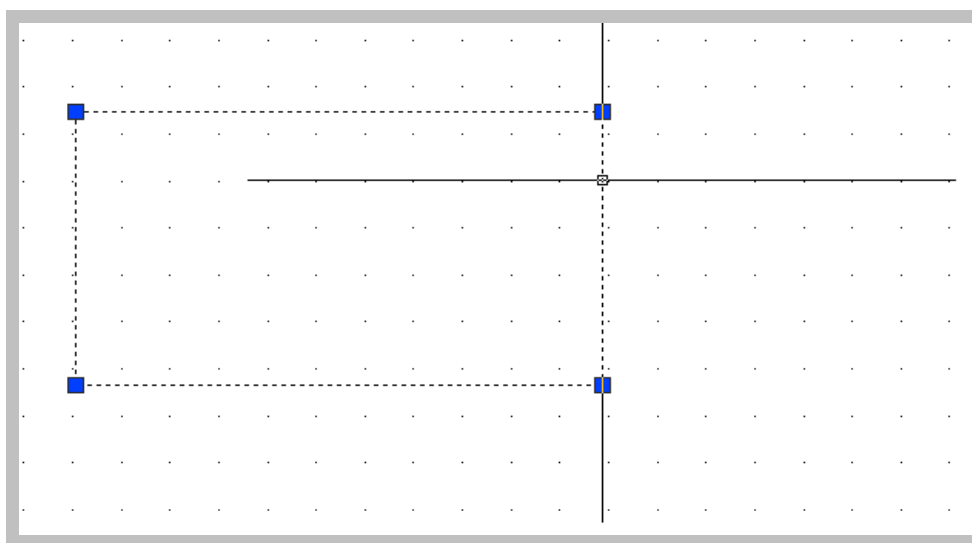


Рис. 3.5.

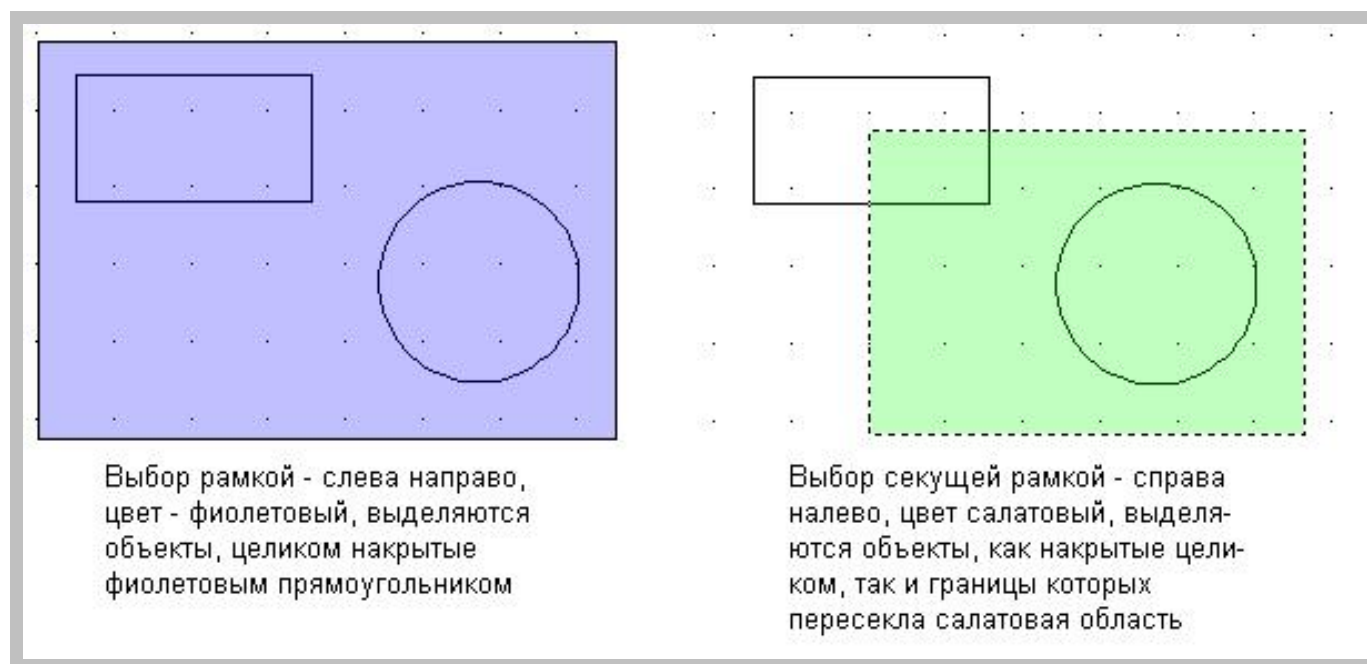


Рис.3.6. Способы выделения объектов чертежа рамкой и секущей рамкой



### 3.2.3. Основы точного вычерчивания объектов

Во втором случае основание вычерчивается с помощью четырех отрезков и состоит из четырех объектов соответственно. Воспользуемся этим способом, так как он лучше подходит для объяснения базовых принципов вычерчивания.

Запускаем команду **Отрезок** (Рис.3.7а). В командной строке выводится имя команды и запрос на указание координаты первой точки отрезка. Здесь существует несколько вариантов.

#### 3.2.3.1. Способы задания координат первой точки объекта

Во-первых, можно просто переместить перекрестье указателя в любую точку графической зоны и обозначить ее нажатием левой кнопки мыши при выключенной привязке к сетке (п.2.7). При этом значения координат первой точки в строке состояния имеют, например, вид – 20.3456, 30.2391 (Рис.3.7б), что является не совсем удобным вариантом для нашего конкретного задания, так как все размеры чертежа имеют целочисленные значения. Тоже можно сделать и при включенной привязке к сетке с шагом в 1 мм. В результате (Рис.3.7в) получатся целочисленные значения координат первой точки (20, 30 или 45, 50 в зависимости от того, где на экране была обозначена точка), так как перекрестье привязано к невидимым пунктам сетки.

В этом случае имеется возможность установить точные значения координат X и Y, отслеживая их по счетчику строки состояния или окну динамического ввода координат (Рис.3.8).

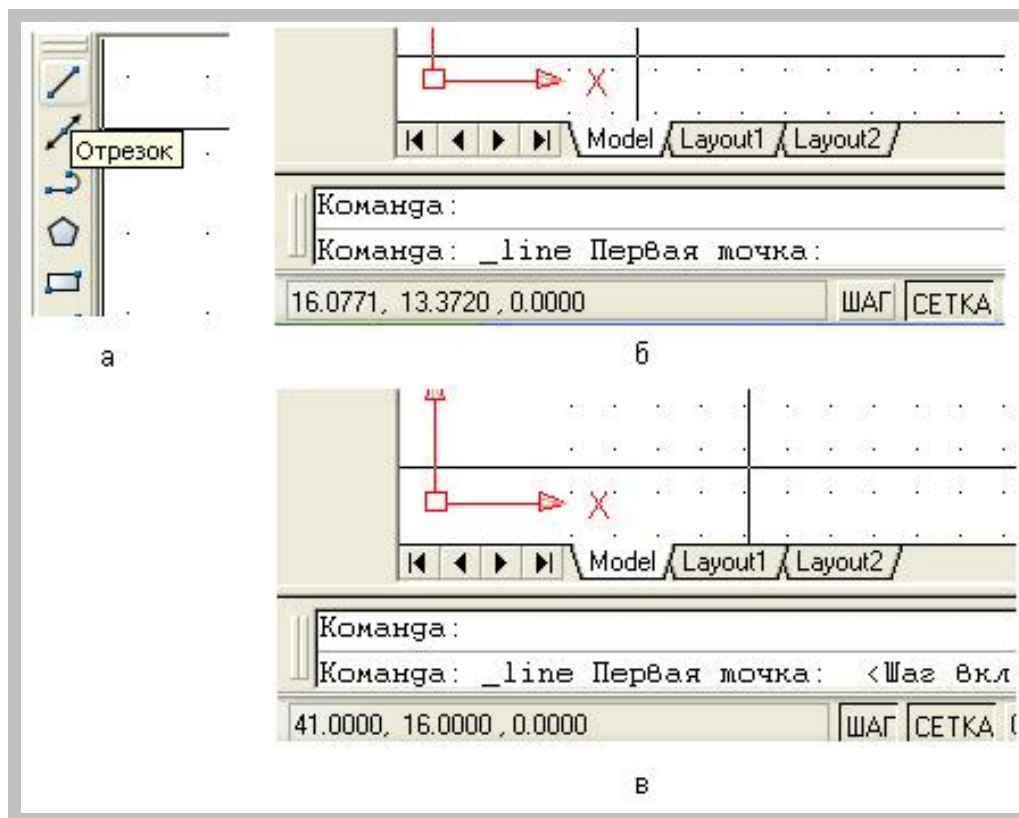


Рис.3.7.

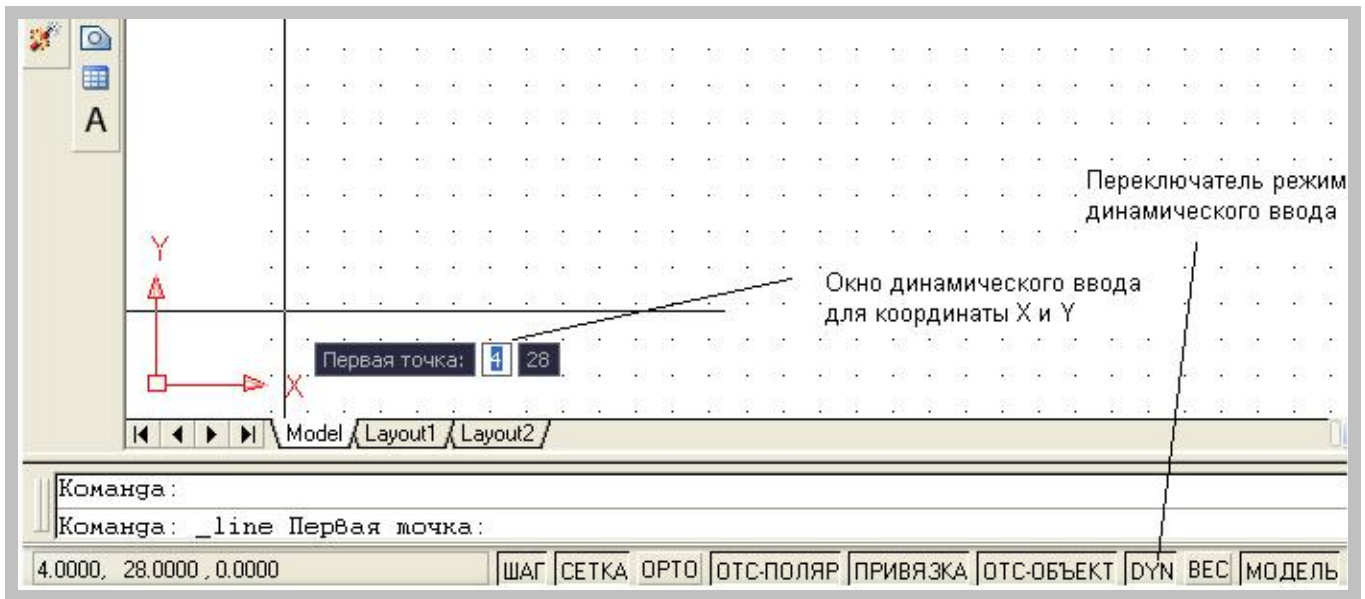


Рис. 3.8. Динамический ввод координат

Во-вторых, предварительно рассчитанные значения абсолютных координат можно просто ввести через запятую в командной строке и нажать клавишу Enter (рис.3.9).



Рис.3.9.

Значения X и Y абсолютных координат заблаговременно вычисляем исходя из габаритов чертежа и лимитов графической зоны точно так, как и при вычерчивании на листе ватмана определенного размера с расчетом полностью уместить наш чертеж на данном листе. В нашем случае X=30, а Y=20 мм (отсчет ведем от нижнего левого угла листа ватмана или от точки начала отсчета координат, совпадающей с нижним левым углом сетки).

### 3.2.3.2. Способы задания координат второй точки объекта абсолютными, относительными координатами, способом «направление-расстояние» и относительными полярными координатами

В нашем случае (с учетом отступов по оси X и Y от левого нижнего угла нашего листа с координатами 0,0) для второй точки отрезка значения абсолютных координат составят 220, 20 при длине отрезка 200 мм (рис.3.10).





Рис.3.10.

В большинстве случаев определение абсолютных координат сопряжено с трудностями их предварительного расчета, и более простым способом является использование относительных координат для указания второй точки отрезка. Для их задания перед вводом значений координат в командную строку вводится символ @ (клавиши shift +2 при латинской раскладке клавиатуры). При этом начало отсчета координат переносится в первую точку отрезка и для вычерчивания отрезка длиной 200 мм необходимо записать координаты второй его точки относительно первой в виде @200,0 (рис.3.11).

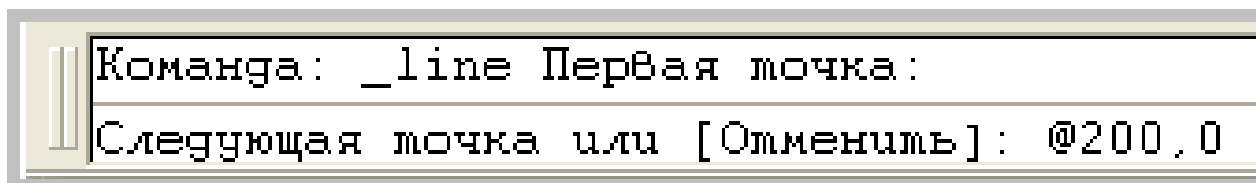


Рис.3.11.

В-третьих, можно использовать способ направление-расстояние, активизация которого происходит при нажатии кнопок **Орто** или **Полярное отслеживание** строки состояния. При использовании режима орто перекрестье перемещается в графической зоне по четырем фиксированным опорным направлениям (вправо, вверх, вниз, влево), и достаточно указать длину отрезка вдоль выбранного опорного направления (Рис.3.12).

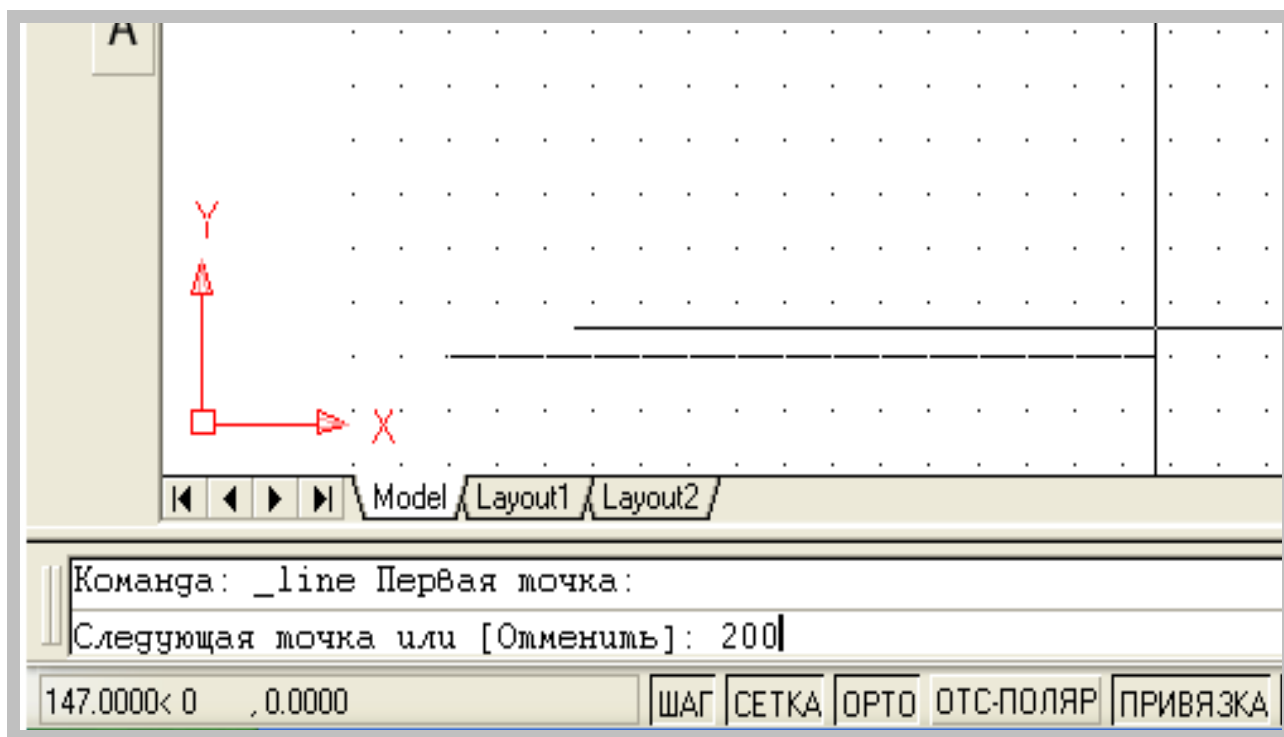


Рис.3.12.

При использовании функции полярного отслеживания можно установить более четырех опорных направлений (Рис.3.13). Опорное направление отмечается пунктирной линией, а рядом с перекрестием отображаются значения длины и угла. Угол может отсчитываться как от оси X, так и от последнего сегмента. Настройка режимов осуществляется с помощью контекстного меню кнопки **Полярное отслеживание** (Рис.3.14). Установка значения угла равным  $45^\circ$  дает восемь опорных направлений.

Альтернативой методу направление-расстояние может быть использование для указания второй точки отрезка относительных полярных координат - @200<0 (сначала указывается длина, а затем через символ < направление).

Для получения прямоугольного основания, состоящего из четырех отрезков, можно воспользоваться любым из указанных выше способов задания точных значений координат для первой и второй точек либо воспользоваться командой **Прямоугольник**. При этом координаты первой угловой точки указываются также любым способом, а координаты диагональной второй – с помощью относительных координат. В нашем упражнении первая точка имеет абсолютные прямоугольные координаты – 20, 20, вторая относительные - @200, 25 (Рис.3.15).

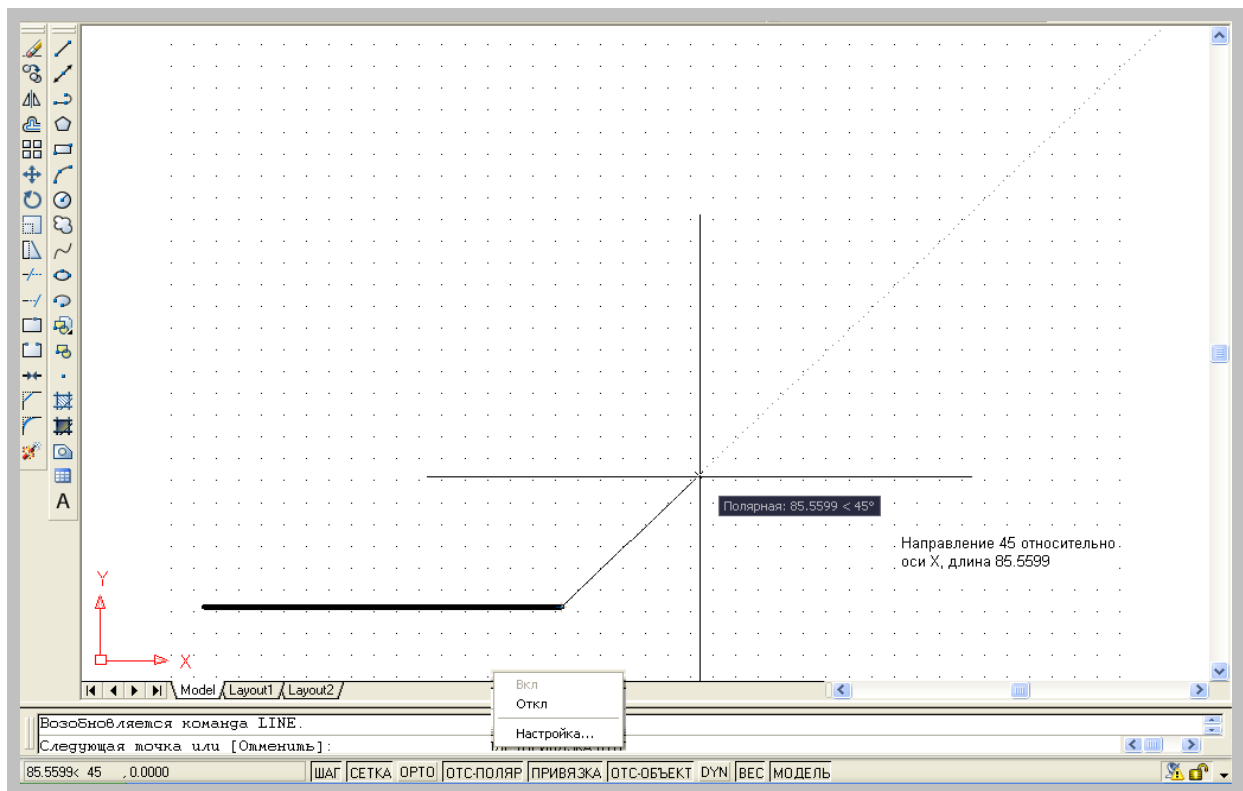


Рис. 3.13. Полярное отслеживание.

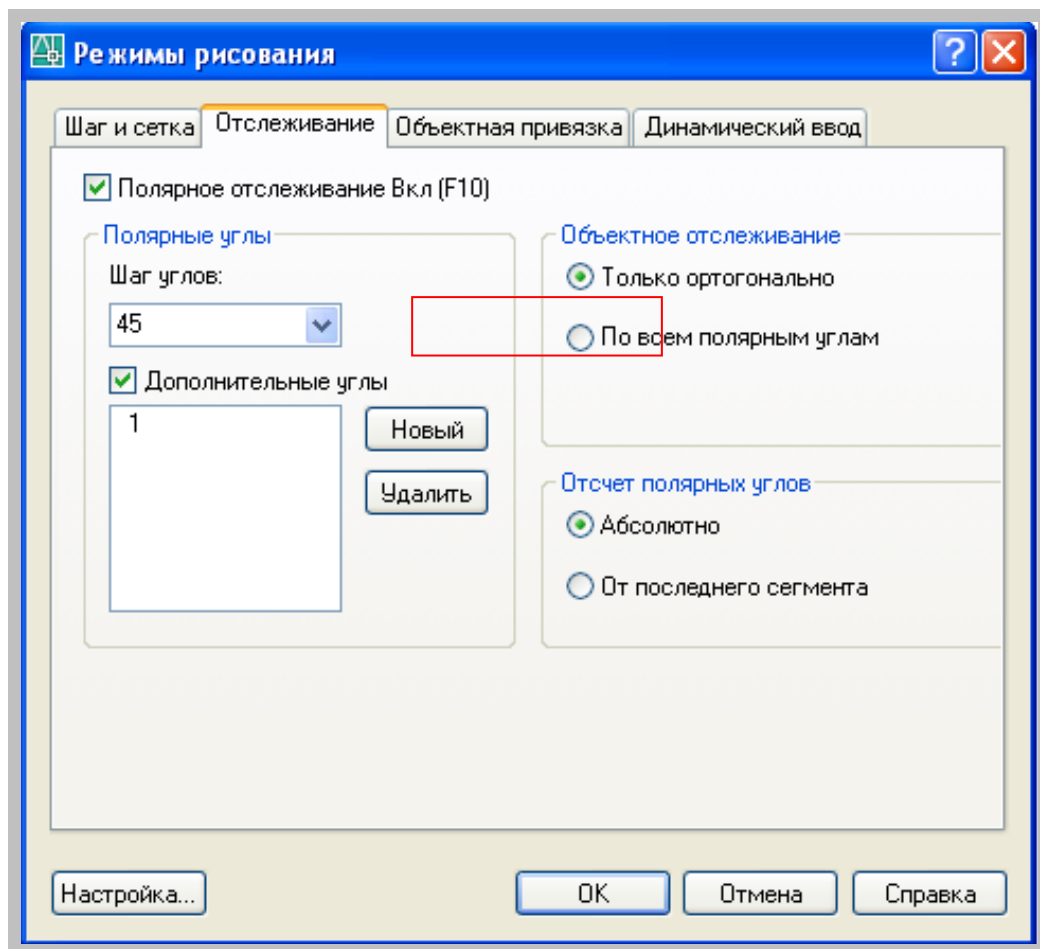


Рис.3.14. Диалоговое окно настройки полярного отслеживания.

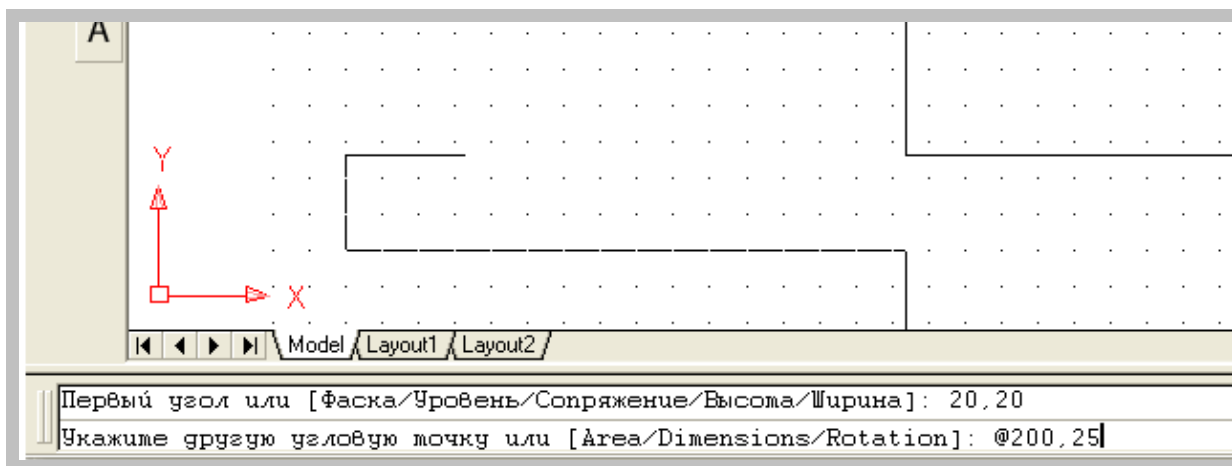


Рис. 3.15. Вычерчивание прямоугольника.

**Пример №1.** Вычерчивание прямоугольника таким образом, чтобы левый нижний угол имел координаты (20,20), длина 200 и ширина – 25 мм с использованием различных способов указания координат при помощи команды **Отрезок**.

1. Ввести значения абсолютных координат первой точки и нажать Enter .  
Команда: `_line` Первая точка: 20,20
2. Ввести значения абсолютных координат второй точки и нажать Enter.  
Следующая точка или [Отменить]: 220,20
3. Ввести значения относительных координат третьей точки и нажать Enter. Таким образом, начало отсчета после набора символа @ сместится в предыдущую точку и система прорисует вертикальный отрезок длиной 25 мм вверх вдоль положительного направления оси Y.

Следующая точка или [Отменить]: @0,25

4. Включить функцию Орто, вывести перекрестье на опорное направление горизонтально влево (соответствует углу 180°), ввести длину отрезка 200 мм и нажать Enter.

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: <Орто вкл> 200

5. Ввести значения относительных полярных координат для последней точки и нажать Enter. При этом сначала указывается длина 25 мм, а затем направление в 270° , вдоль которого отрезок будет вычерчиваться.

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: @25<270

В данном примере для вычерчивания последнего отрезка (п.5) вместо использования описанных выше способов точного указания координаты последней точки можно было использовать объектную привязку к начальной точке первого отрезка (привязки будут рассмотрены ниже) или использовать пункт внутреннего меню команды Отрезок - Замкнуть. Для этого необходимо ввести прописную букву Z в командную строку и нажать Enter.

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]:

**Пример №2.** Вычерчивание прямоугольника таким образом, чтобы левый нижний угол имел координаты (20,20), длина 200 и ширина – 25 мм с использованием различных способов определения координат характерных точек командой **Прямоугольник**.

1. Ввести значения абсолютных координат первой точки и нажать Enter.

Команда: `_rectang`

Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]: 20,20

2. Ввести координаты диагональной (третьей по счету) угловой точки прямоугольника с использованием относительных координат и нажать Enter.

Укажите другую угловую точку или [Area/Dimensions/Rotation]: `@200,25`

### **3.3. Определение и вычерчивание прямоугольного основания второго вида чертежа**

Следующий этап – получение второго основания длиной 150 и шириной 25 мм при помощи команды **Прямоугольник** на расстоянии 40 мм от правого нижнего угла левого основания. При этом для точного позиционирования второго основания на расстоянии 40 мм горизонтально вправо по отношению к первому основанию можно использовать несколько способов, с двумя из которых мы познакомимся ниже.

#### **3.3.1. Объектные привязки и перемещение объектов чертежа**

Начертим второе основание при помощи команды **Прямоугольник** так, чтобы его левая нижняя угловая точка совпала с правой нижней угловой точкой первого основания, а затем перенесем его на 40 мм горизонтально вправо командой **Переместить**.

Для этого вначале активизируем функцию объектных привязок нажатием кнопки **ПРИВЯЗКА** строки состояния, а затем настроим характерные точки привязки при помощи контекстно-

го меню данной кнопки (Рис.3.16). Контекстное меню запускается нажатием правой кнопки «мыши» при наведенном на кнопку указателе.

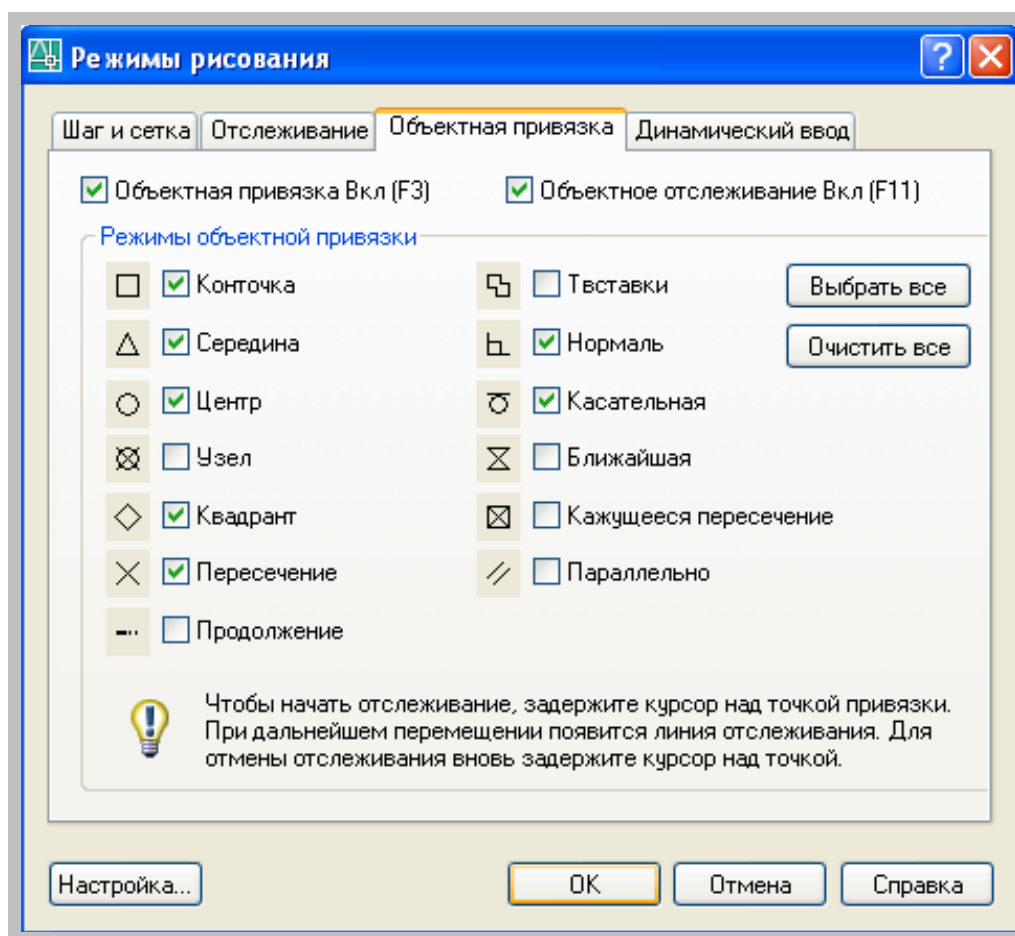


Рис.3.16. Настройка объектных привязок

В окне можно зафиксировать до тринадцати видов привязок к характерным точкам объектов чертежа. У каждого объекта есть свой набор точек привязки. Для отрезка, например, это две конечных и средняя точка. Слева указаны значки объектных привязок разных типов. Устанавливать все возможные варианты нет необходимости, т.к. некоторые из них используются редко и просто мешают при работе (необходимые отмечены на рис.3.16). Включение и отключение привязки также осуществляется при помощи клавиши **F3**.

Для работы с привязками предназначена также и панель **Привязка объекта** (рис.3.17).



Рис.3.17. Панель инструментов **Привязка объекта**

Она предназначена для оперативного включения конкретного режима привязки для одной точки в том случае, если такой режим не установлен в настройках. После нажатия какой-либо

кнопки этой панели происходит автоматическое отключение всех остальных вариантов и система ищет только середины отрезков и дуг, например. После того, как точка указана, все остальные режимы привязок активизируются автоматически. Такой вариант также очень полезен, когда в плотно заполненном объектами трехмерном чертеже необходимо найти точку, определить которую мешают многочисленные мигающие маркеры других привязок.

После настройки привязок вычерчиваем второй прямоугольник как на рисунке 3.18.

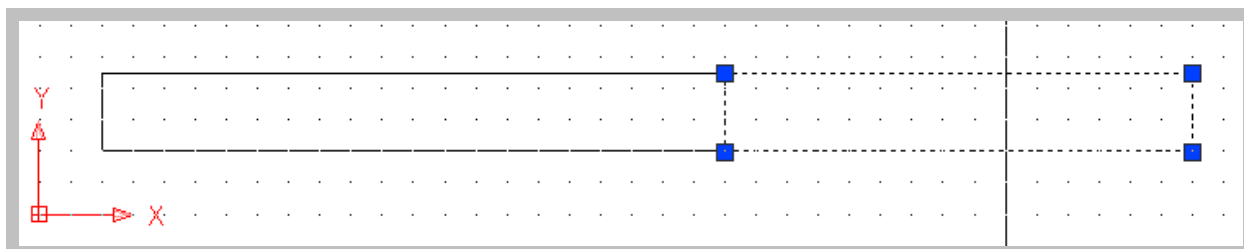


Рис.3.18.

После этого запускаем команду **Переместить** панели инструментов **Редактировать** (Рис.3.19).

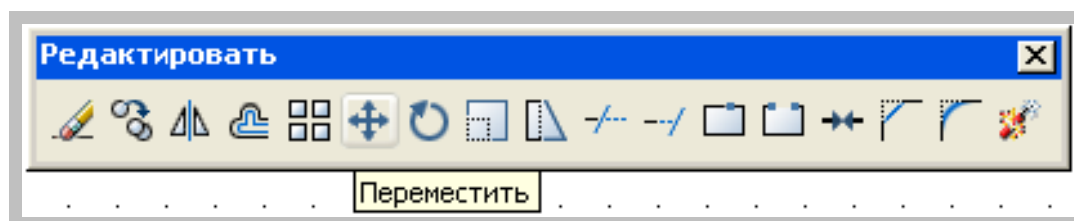


Рис.3.19. Панель инструментов **Редактировать**.

Последует запрос в командной строке на выбор базовой точки, за которую объект после нажатия левой кнопки можно тащить по экрану с помощью «мыши» вручную. После выбора базовой точки (в нашем случае это левая нижняя угловая точка второго основания, выбор подтверждаем нажатием левой кнопки «мыши») в командной строке идет запрос на ввод координаты точки вставки (второй точки). Для определения координаты этой точки подойдет любой из вышеописанных способов (абсолютные, относительные координаты, направление-расстояние). Проще всего использовать метод направление-расстояние и вывести перекрестье с приклеившимся к нему за базовую точку прямоугольником на опорное направление «вправо», а затем ввести в командную строку число 40 (Рис.3.20) и нажатием клавиши Enter подтвердить выполнение команды.

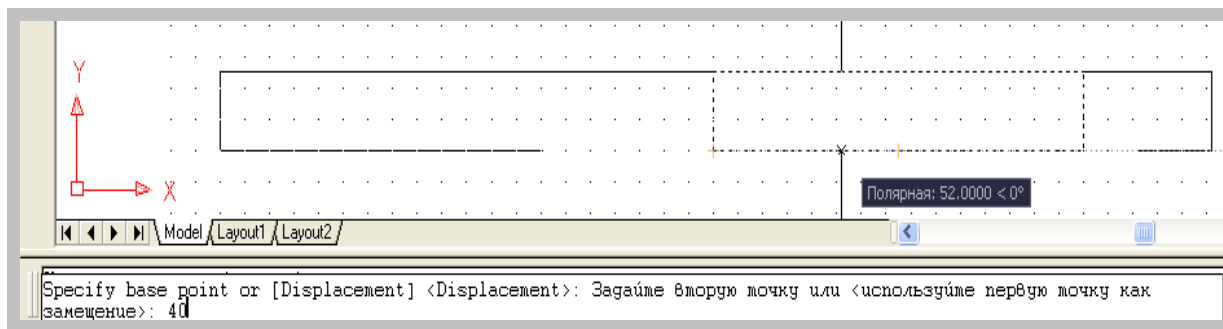


Рис.3.20. Перемещение прямоугольника с использованием опорного направления.

**Пример №3.** Получение второго основания длиной 150 и шириной 25 мм при помощи команды Прямоугольник с точным позиционированием его при помощи объектной привязки и дальнейшим переносом его на расстояние 40 мм горизонтально вправо.

1. Запустить команду **Прямоугольник**.
2. Подвести перекрестье к правой нижней точке первого основания.
3. Дождаться срабатывания объектной привязки.
4. Зафиксировать нажатием левой кнопки «мыши» координаты первой точки прямоугольника по привязке к правой нижней точке первого основания.
5. Ввести значения координат второй точки прямоугольника @150,25 (относительные координаты диагональной точки).
6. Нажать Enter.
7. Выделить полученный прямоугольник.
8. Запустить команду **Переместить**.
9. Выбрать при помощи объектной привязки базовую точку (левая нижняя точка второго основания) и зафиксировать ее нажатием левой кнопки мыши.
10. Вывести перекрестье на опорное направление горизонтально вправо.
11. Установить значение отступа вдоль заданного направления (40 мм).
12. Нажать **Enter**.

### 3.3.2 Понятие объектного отслеживания по одной точке

Однако более предпочтительным является вариант использования функции *объектного отслеживания* для вычерчивания второго основания непосредственно там, где оно и должно быть расположено. Для этого необходимо активизировать эту функцию нажатием соответствующей кнопки строки состояния и запустить команду вычерчивания прямоугольника (рис.3.21).

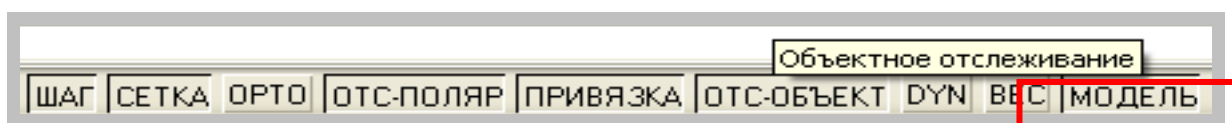


Рис.3.21. Активизация объектного отслеживания в строке состояния.



После запуска команды нажимать какие-либо кнопки клавиатуры или мыши нельзя.

Далее необходимо подвести перекрестье к правой нижней точке первого основания, дожидаясь срабатывания объектной привязки и появления через несколько десятых долей секунды внутри маркера объектной привязки маленького крестика (если крестик не загорается, значит установлен режим ручного захвата точки отслеживания в настройках системы и тогда данную точку надо указать как точку отслеживания нажатием клавиши Shift). Для четкой фиксации точки отслеживания необходимо удерживать перекрестье точно внутри маркера объектной привязки (при необходимости можно увеличить масштаб вывода объекта на экран при помощи «колеса мыши»).

Затем необходимо вывести перекрестье на опорное направление горизонтально вправо, в командной строке или окне динамического ввода установить значение отступа вдоль заданного направления (40 мм) и только тогда нажать клавишу Enter (Рис.3.22). После этого вводим значения координат второй точки прямоугольника @150,25 (относительные координаты диагональной точки) и нажимаем Enter.



Рис.3.22. Использование объектного отслеживания по одной точке

Этот способ называется *объектным отслеживанием по одной точке* и в нашем случае расшифровать инструкцию системе можно так: «начинай вычерчивание прямоугольника так, чтобы его первая точка располагалась на расстоянии 40 мм вправо вдоль горизонтального направления (угол 0°) от правой нижней точки первого прямоугольника».

**Пример №4.** Получение второго основания длиной 150 и шириной 25 мм при помощи команды Прямоугольник на расстоянии 40 мм от правого нижнего угла левого основания.

1. Запустить команду **Прямоугольник**.
2. Подвести перекрестье к правой нижней точке первого основания. Дождаться срабатывания объектной привязки и появления внутри маркера объектной привязки крестика объектного отслеживания.
3. Вывести перекрестье на опорное направление 0° (горизонтально вправо).
4. Установить значение отступа вдоль заданного направления (40 мм).
5. Нажать **Enter**.

6. Ввести значения координат второй точки прямоугольника @150,25 (относительные координаты диагональной точки).
7. Нажать **Enter**.

### 3.4. Определение и вычерчивание окружностей

Следующий этап – вычерчивание окружности радиусом 50 мм. После запуска команды **Круг** на панели инструментов **Чертить** в командной строке последует запрос на ввод координат центра окружности, которые могут быть указаны любым способом, из которых оптимальным в данном случае является использование объектного отслеживания по одной точке (Рис.3.23). После фиксации точки в командную строку или окно динамического ввода вводится значение радиуса окружности (50 мм). Координаты внутренней окружности радиусом 25 мм указываются при помощи объектной привязки к центру большей окружности.

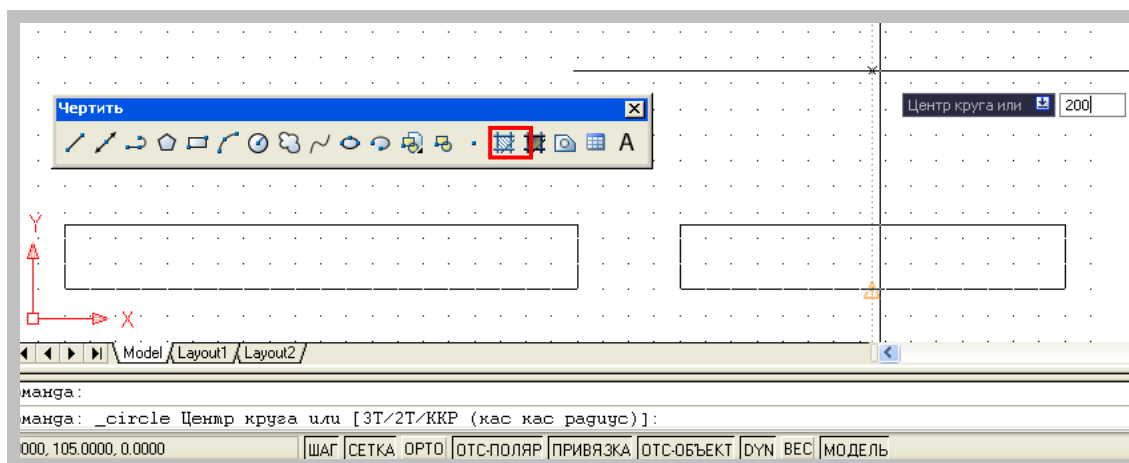


Рис. 3.23. Использование объектного отслеживания по одной точке для определения координаты центра окружности.

**Пример №5.** Вычерчивание окружностей 50 и 25 мм при помощи команды **Круг** на расстоянии 200 мм от середины нижнего основания прямоугольника второго вида.

1. Запустить команду **Круг**.
2. Подвести перекрестье к середине нижнего отрезка основания второго вида. Дождаться срабатывания объектной привязки и появления внутри маркера объектной привязки крестика объектного отслеживания.
3. Вывести перекрестье на опорное направление 90° (вертикально вверх).
4. Установить значение отступа вдоль заданного направления (200 мм).
5. Нажать **Enter**.
6. Ввести значение радиуса окружности (50 мм).
7. Нажать **Enter**.

8. Запустить команду **Круг**.
9. Подвести перекрестье к окружности радиусом 50 мм и дождаться срабатывания объектной привязки.
10. Нажатием левой кнопки мыши зафиксировать положение центра новой окружности.
11. Ввести значение радиуса окружности (25 мм).
12. Нажать **Enter**.

### 3.5. Вычерчивание боковых отрезков второго вида и верхней плиты. Команды Вращать, Удлинить, Обрезать, Зеркало

Боковой отрезок вычерчиваем от правой верхней угловой точки второго основания с использованием привязки к касательной точке полученной окружности (Рис.3.24).

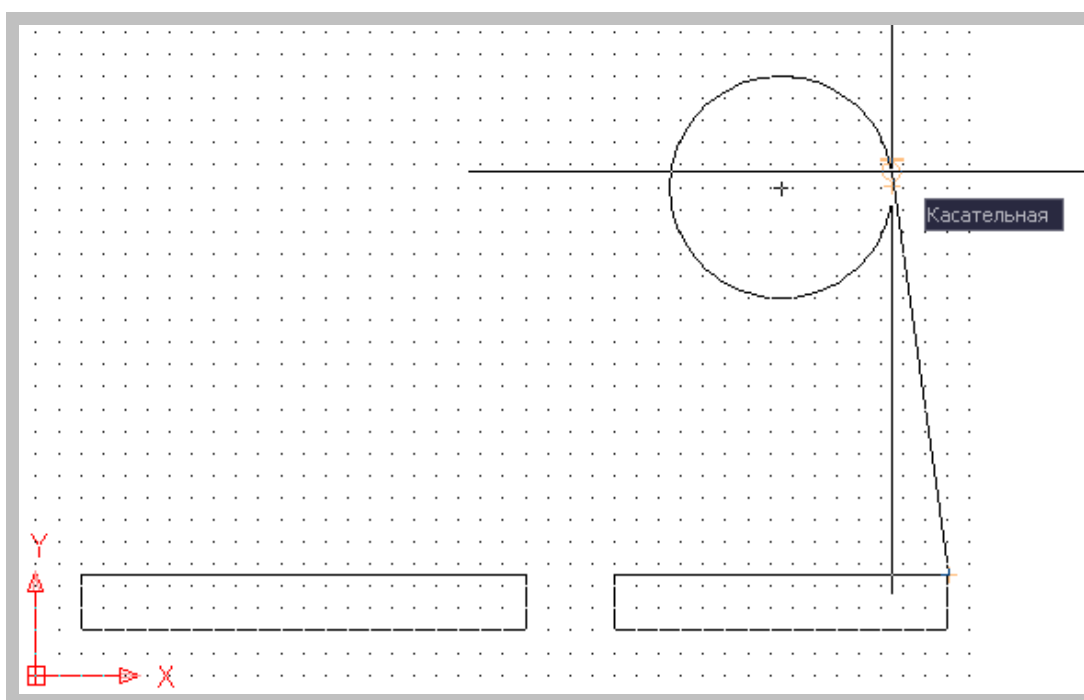


Рис. 3.24. Вычерчивание бокового отрезка

Верхняя плита с уклоном  $15^\circ$  боковых сторон может быть вычерчена несколькими способами. При этом на финишном этапе используем концептуальный принцип зеркального отражения, позволяющий экономить время при вычерчивании зеркально симметричных объектов.

Вычерчивание половинки верхнего отрезка длиной 22.5мм можно осуществить при помощи объектного отслеживания по одной точке для определения первой точки отрезка на расстоянии 10 мм от середины верхней стороны прямоугольника, а вторую указать методом направление-расстояние с использованием кнопки полярного отслеживания (Рис.3.25).

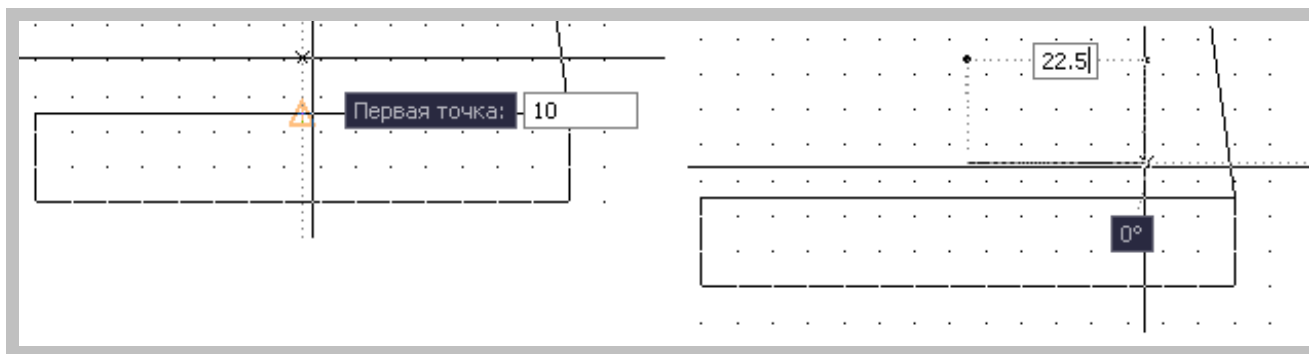


Рис.3.25. Вычерчивание верхнего отрезка

Начертить боковой повернутый отрезок можно тремя способами. Во-первых, при заранее установленном угле полярного отслеживания величиной  $15^\circ$  (см. п.3.2.3.2) и после указания с помощью объектной привязки к конечной точке верхнего отрезка координат начальной точки, необходимо найти нужное опорное направление и вести перекрестье до срабатывания привязки к пересечению с верхней стороной прямоугольника (Рис.3.26). Затем обозначить конечную точку нажатием левой кнопки мыши.

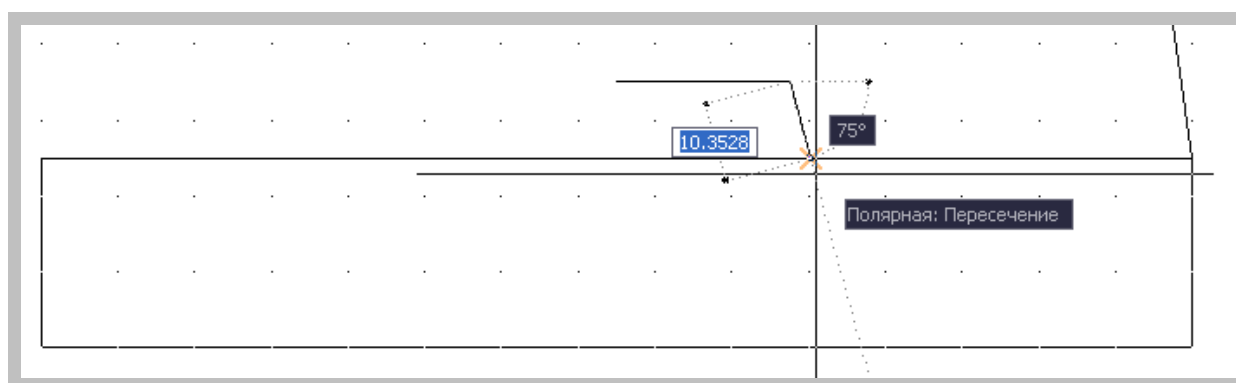


Рис.3.26.

Во-вторых, можно начертить отрезок длиной 10 мм под углом  $90^\circ$ , а потом повернуть его на  $15^\circ$  относительно верхней точки с помощью команды **Вращать** панели инструментов **Редактировать** с последующим удлинением отрезка до пересечения с верхней стороной основания командой **Удлинить** (Рис.3.27). При этом для использования команды поворота объекта необходимо сначала выделить объект или набор объектов и подтвердить нажатием клавиши Enter выбор, затем с помощью объектной привязки выбрать точку вращения (см. рис.3.28), зафиксировать ее нажатием левой кнопки мыши, указать угол поворота в  $15^\circ$  (в данном случае без знака «минус», т.к. поворот идет против часовой стрелки, совпадая с положительным направлением отсчета углов) и нажать Enter.

Для удлинения отрезка необходимо после запуска команды **Удлинить** выбрать кромку или набор кромок для удлинения и подтвердить выбор нажатием Enter или правой кнопкой мыши.

Затем необходимо навести перекрестье на тот конец отрезка, который необходимо удлинить, и нажатием левой кнопки мыши произвести удлинение.

В-третьих, при вычерчивании короткого отрезка можно использовать для указания его второй точки относительные полярные координаты (смотри п.3.2.3.2) (Рис.3.29). При этом, поскольку длина отрезка неизвестна, а вычисление ее с использованием тригонометрических функций все равно даст дробный результат с округлением, выбираем любое значение (в данном случае 20 мм). Угол выбираем  $285^\circ$  относительно оси X. Используем команду **Обрезать** для обрезки полученного отрезка. Эта кнопка находится рядом с кнопкой удлинения и работает аналогично. Первая точка указывается при помощи объектной привязки.

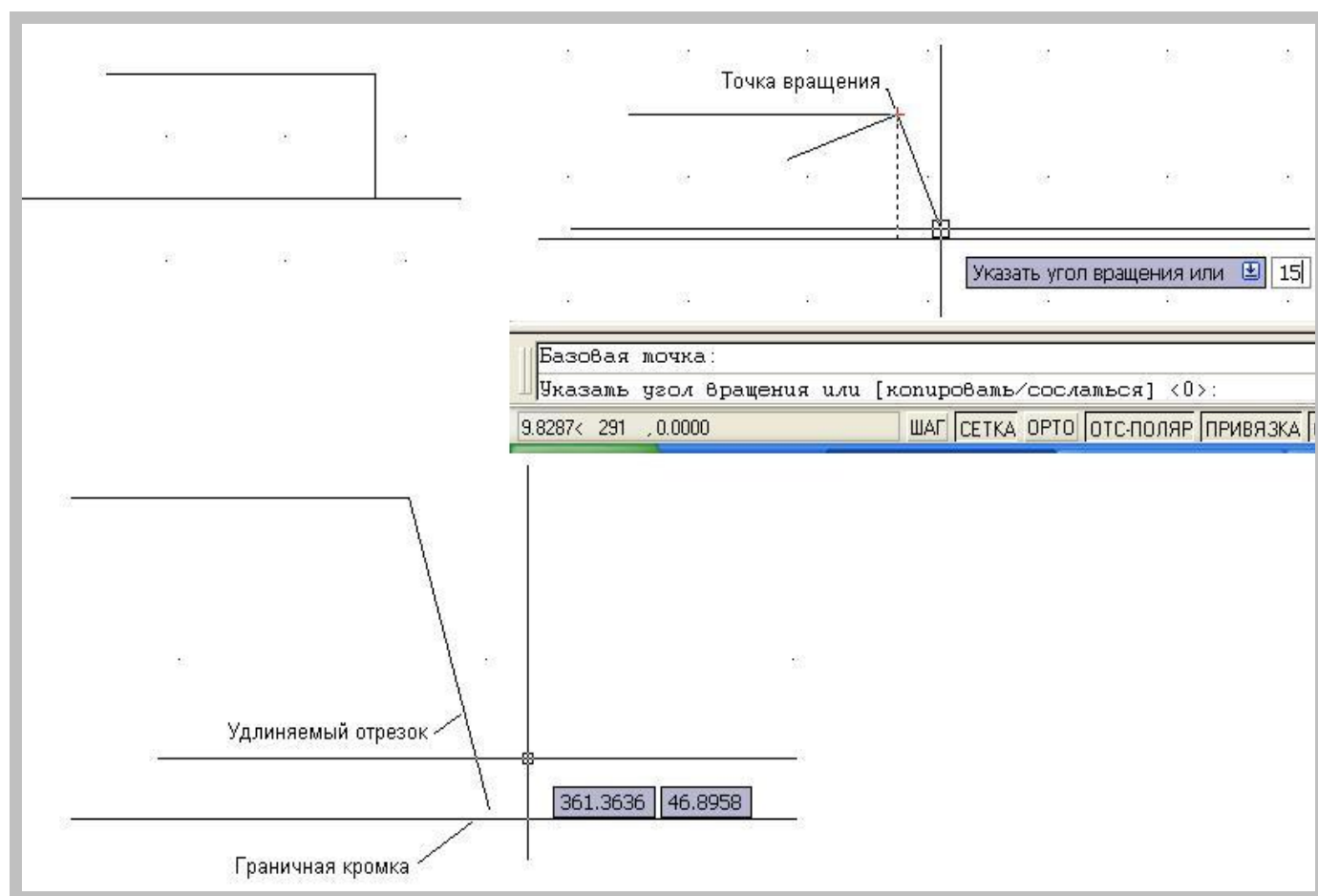


Рис.3.27.

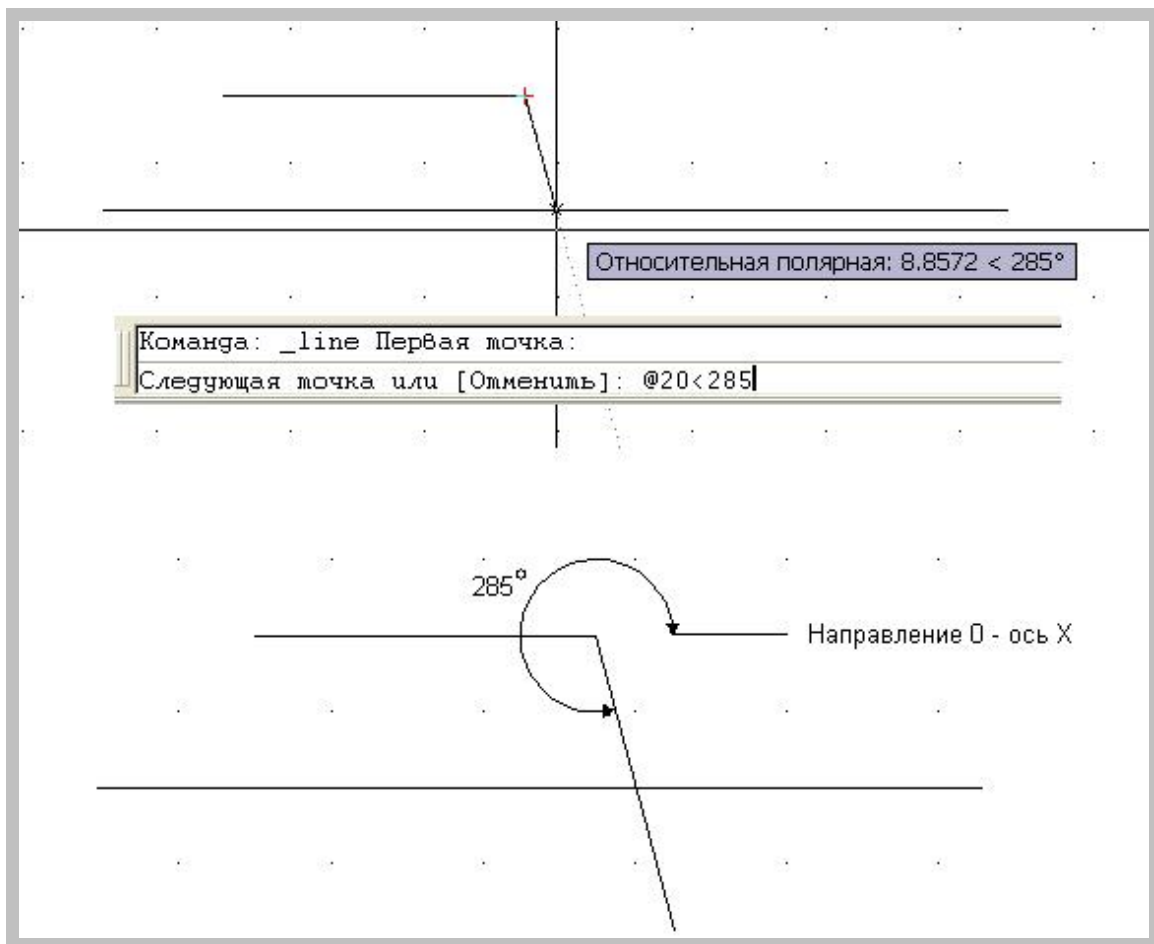


Рис.3.28.

Для завершения вычерчивания контурных линий второго вида используем команду **Зеркало**.

После запуска команды выбираем объекты для отражения и фиксируем выбор клавишей Enter или правой кнопкой мыши. Затем нажатием левой кнопки фиксируем две точки оси зеркального отражения (первую, после появления маркера объектной привязки к центру окружности, а вторую, либо привязав к середине верхнего отрезка, либо к любой точке вдоль опорного направления «вниз» при включенном режиме «орто» или «полярное отслеживание») (Рис.3.29).

Завершающим этапом работы команды является запрос в командной строке на удаление исходных объектов зеркального отражения с использованием внутреннего меню команды из командной строки. При этом по умолчанию внутри треугольных скобок установлена прописная буква N (можно записать No целиком, либо воспользоваться сокращенным вариантом N) и достаточно просто подтвердить режим по умолчанию нажатием **Enter** или правой кнопкой мыши (Рис.3.30).

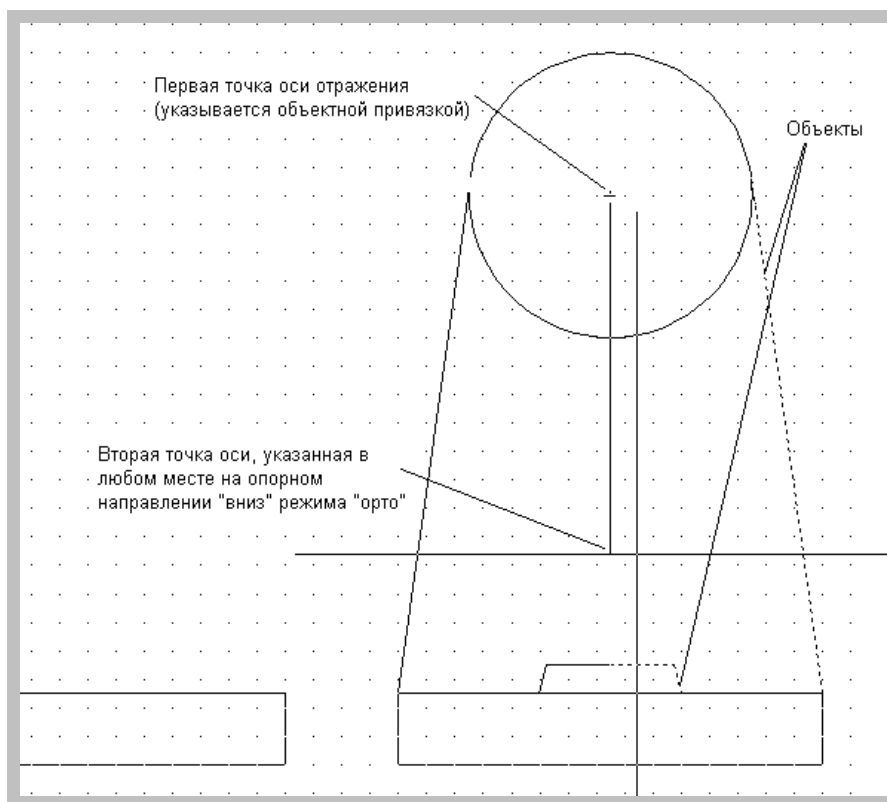


Рис. 3.29. Использование зеркального отражения

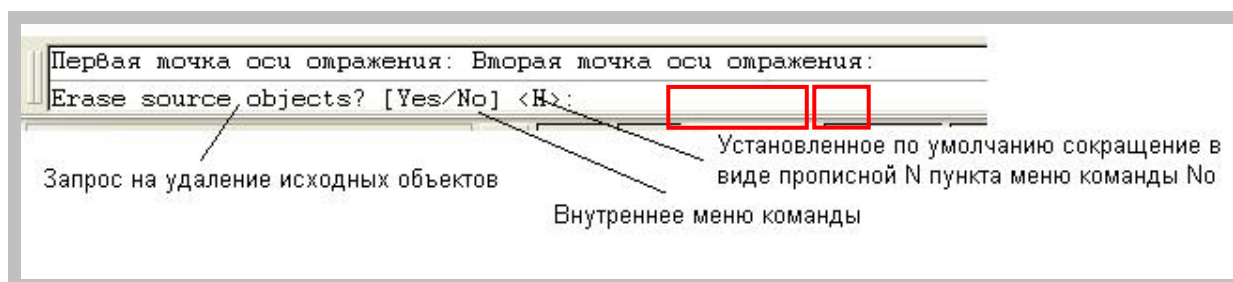


Рис. 3.30. Завершающий этап выполнения команды зеркального отражения

### 3.6. Вычерчивание верхнего прямоугольника первого вида с использованием объектного отслеживания по двум точкам

Следующим этапом является вычерчивание с помощью описанной выше команды Прямоугольник и режима *объектного отслеживания по двум точкам* верхнего объекта на первом виде. При этом первая точка прямоугольника указывается при помощи объектного отслеживания по двум точкам точно так, как если бы вычерчивание велось при помощи кульмана на листе ватмана с использованием тонких вертикальных и горизонтальных вспомогательных линий (Рис.3.31).

Для этого после запуска команды **Прямоугольник** перекрестье подводится сначала к первой выбранной точке и удерживается до появления крестика объектного отслеживания внутри *маркера объектной привязки* к квадранту. В такой же последовательности определяется вторая точка объектного отслеживания. Искомая первая точка прямоугольника определяется перемеще-

нием перекрестья вдоль вертикального вектора отслеживания до пересечения с горизонтальным вектором и только после этого фиксируется нажатием левой кнопкой мыши (все предыдущие манипуляции с поиском точек отслеживания происходят только с помощью перемещений и остановок мыши без нажатия каких-либо кнопок мыши).

Вторая точка прямоугольника определяется относительными декартовыми координатами @-80,100 в командной строке или при помощи окна динамического ввода с использованием клавиши TAB для переключения между зонами ввода длины и ширины (Рис.3.32).

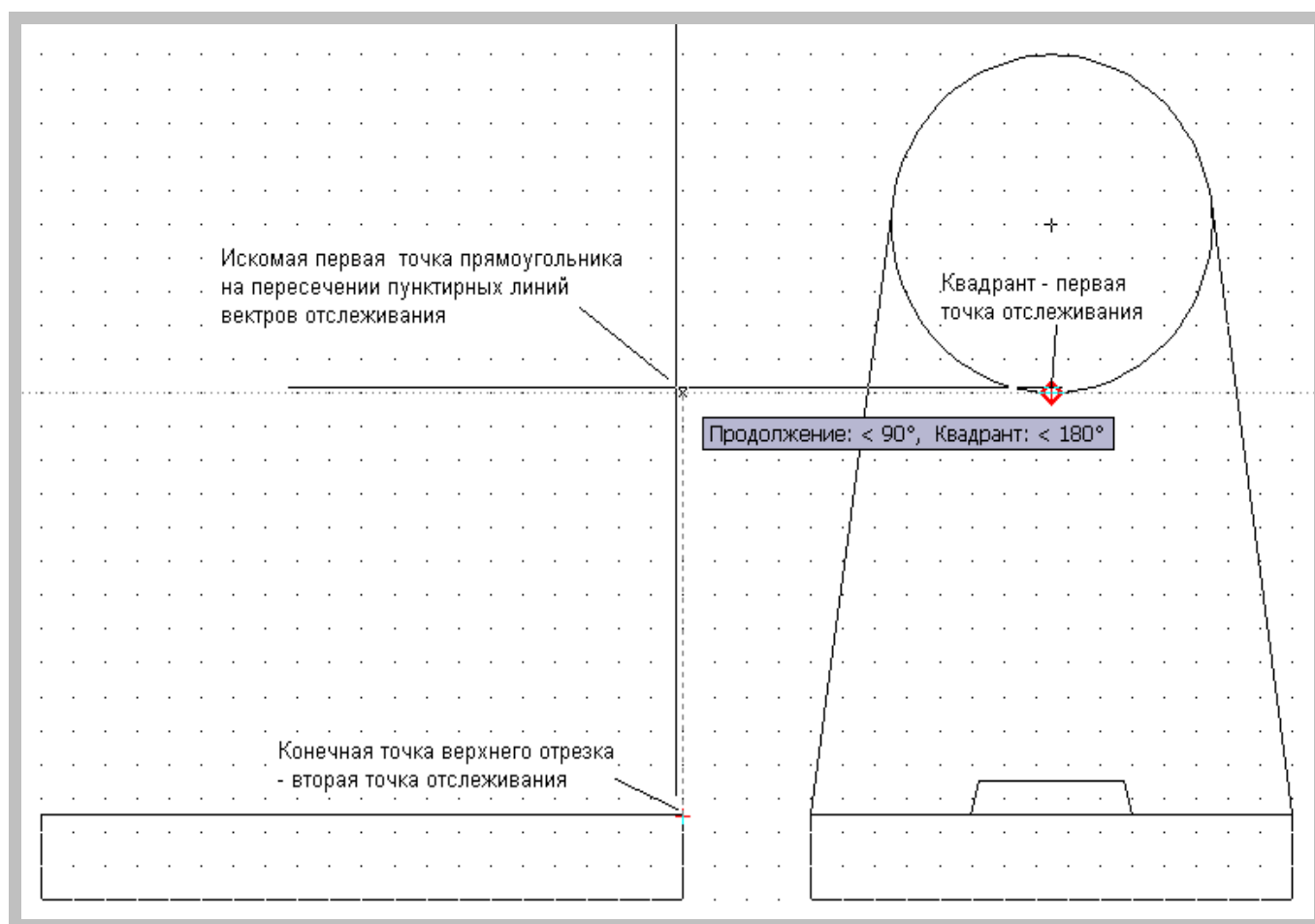


Рис.3.31. Определения первой точки прямоугольника с помощью отслеживания по двум точкам



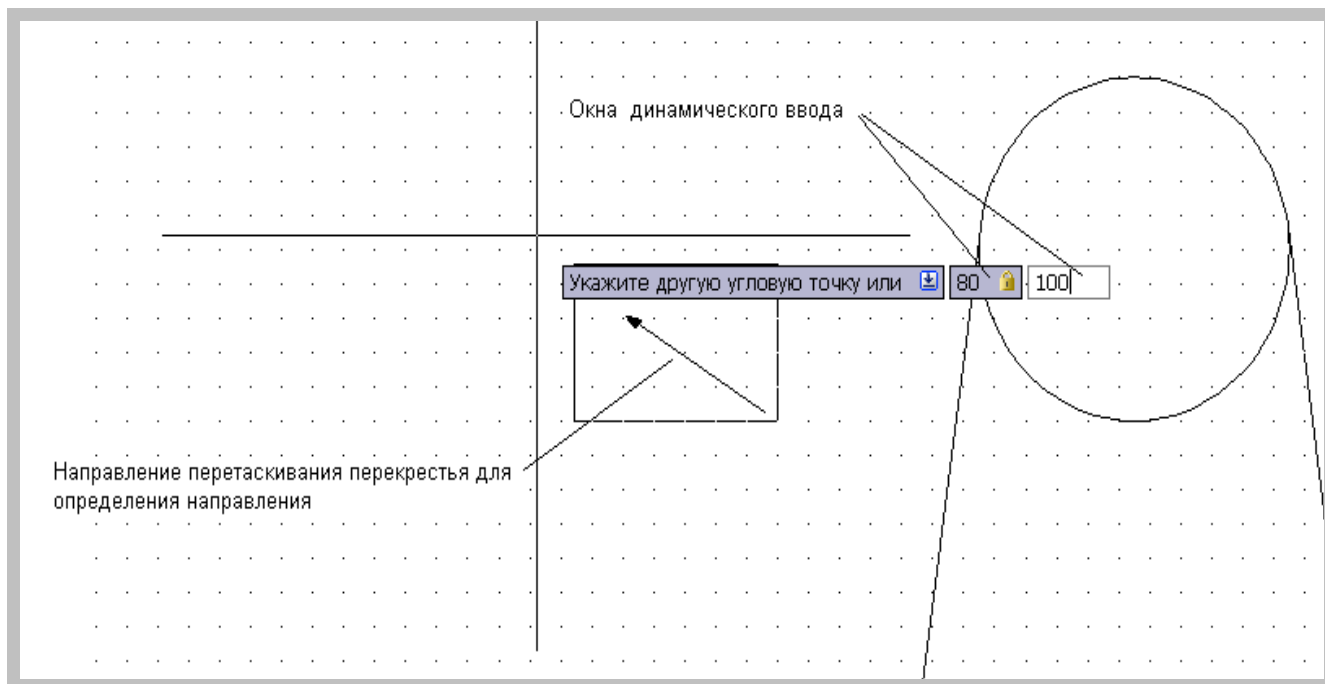


Рис.3.32. Определение второй точки прямоугольника в окне динамического ввода

### 3.7. Вычерчивание вертикального отрезка первого вида.

#### Команда Скругление

Следующий этап – вычерчивание вертикального отрезка первого вида и нижнего скругления (рис.3.33а). Скругление представляет собой касательную по отношению к отрезкам, между которыми она располагается, дугу нужного радиуса. Скругления вычерчиваются после создания отрезков. В нашем примере упростим задачу, и верхние скругления не вычерчивать не будем, так как они имеют сложную форму и процесс их создания ничем не отличается от традиционного с использованием ватмана, циркуля, линейки, методов построений из курса инженерной графики и требует много времени на выполнение. В исходном задании эти дуги переменного радиуса представляют собой проекции ребра средней стенки после создания скругления радиусом 10 мм между стенкой и втулкой, и получены после создания 3D модели автоматически (Рис.3.33б-в). Нижнее скругление получим позже и просто начертим вертикальный отрезок, первая точка которого находится левее на 40 мм правой верхней вершины прямоугольного основания первого вида и определяется объектным отслеживанием. Вторая также определяется объектным отслеживанием относительно точки касания длинного бокового отрезка и окружности на втором виде (техника работы с объектным отслеживанием подробно описана выше по тексту) (Рис.3.34).

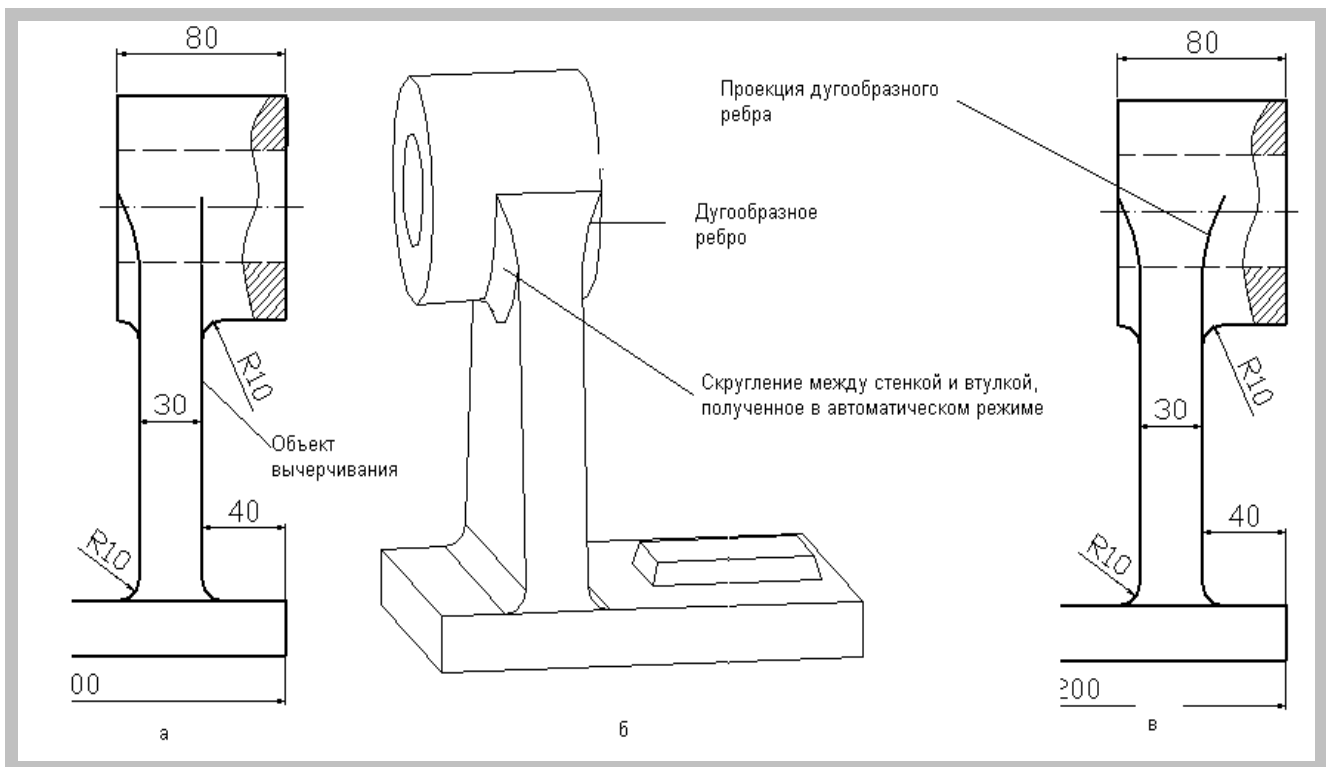


Рис.3.33.

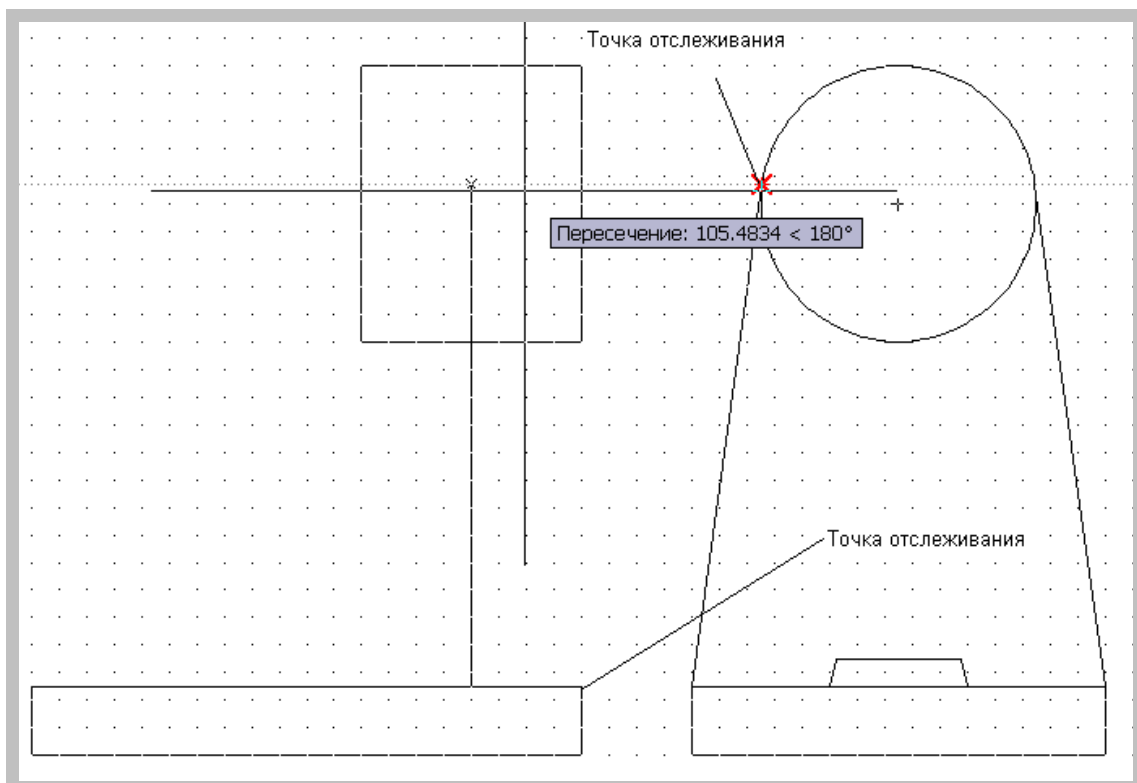


Рис.3.34. Определение второй точки отрезка с помощью объектного отслеживания от точки касания отрезка и окружности второго вида

### 3.8. Получение скруглений при помощи команды Скругление

Следующим этапом будет получение нижнего скругления радиусом 10 мм. Запуск команды осуществляется из панели инструментов **Редактировать** нажатием кнопки **Скругление**. При этом внутреннее меню команды в командной строке позволяет настроить радиус скругления и режим подрезки (Trim) отрезков при получении скругления (Рис.3.35). Полученное скругление представляет собой касательную дугу указанного радиуса и является отдельным объектом.

После прорисовки дуги необходимо подрезать «хвосты» отрезков, между которыми прорисована дуга скругления. Автоматической подрезкой удобно пользоваться только при скруглениях отрезков в виде буквы Г. В случае Т-образного их расположения подрезка удалит нужные части сегментов (Рис.3.36). После настройки режимов последовательно указываются отрезки, которые необходимо скруглить (клавиша ввода при этом не нажимается). При включенном режиме Multiple в течение одного сеанса работы с командой можно скруглить не один набор объектов, а любое их количество.

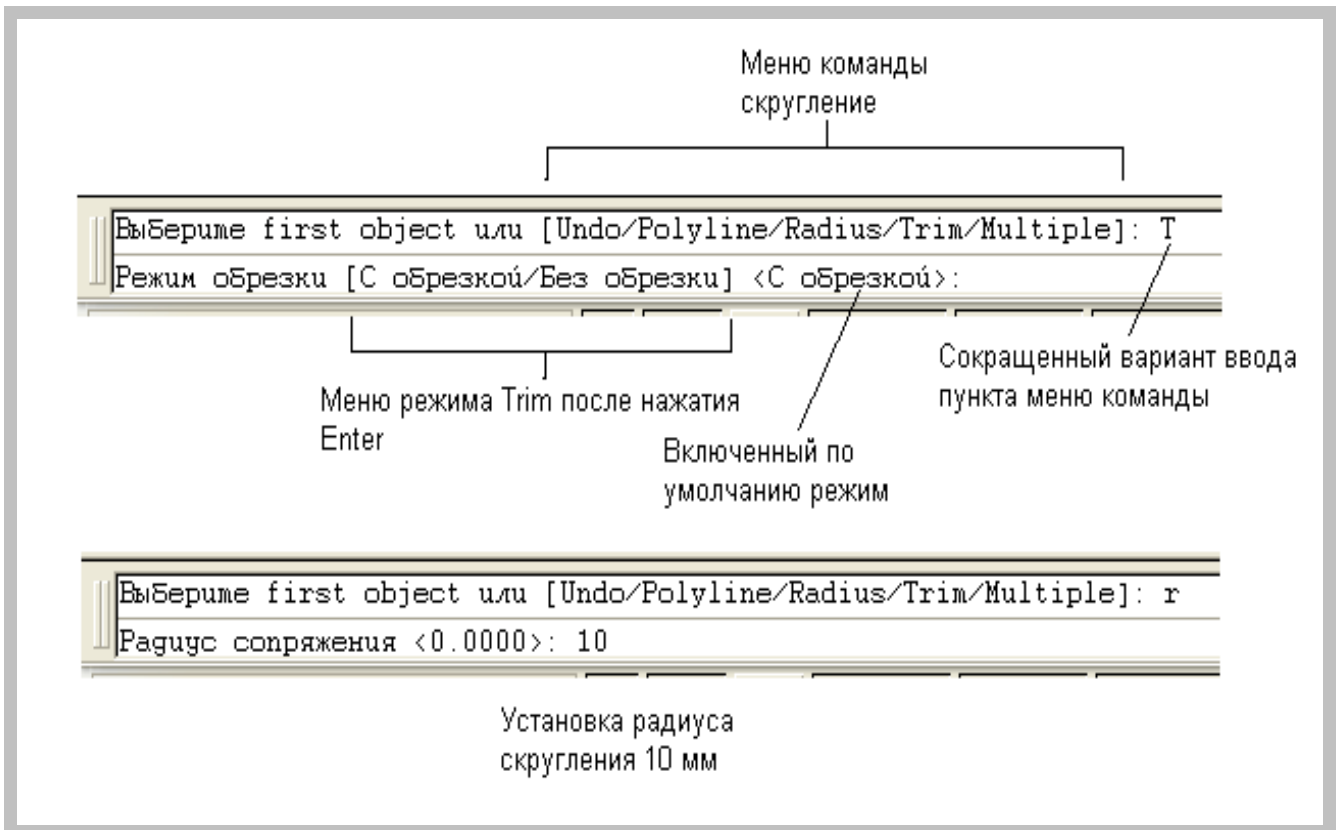


Рис.3.35. Внутреннее меню команды **Скругление**

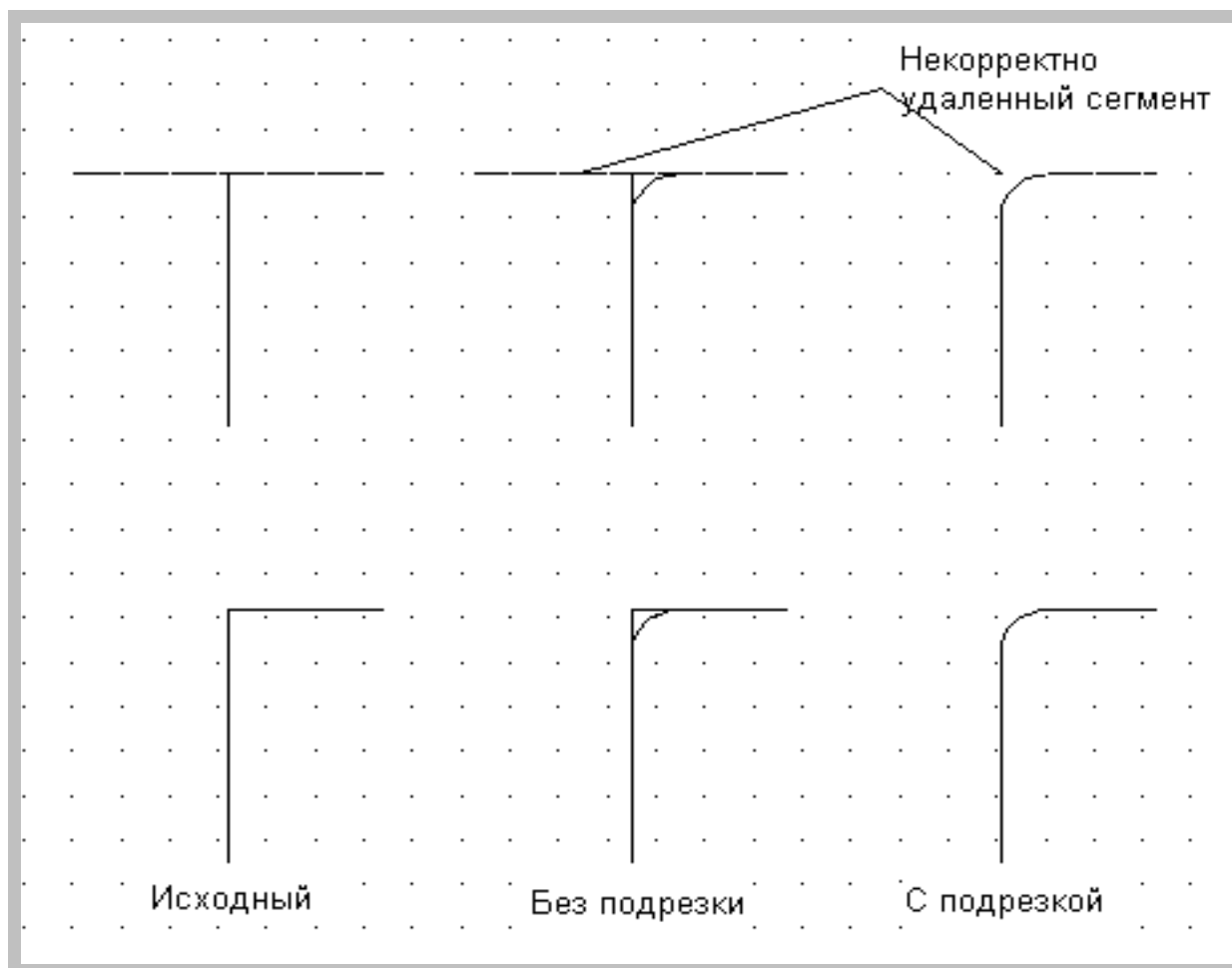


Рис.3.36. Работа команды **Скругление**.

Для удаления «хвостов» отрезков при простановке скруглений без подрезки используется команда **Обрезать** (в качестве кромки подрезки используется дуга, см.п.3.5).

После простановки скругления необходимо зеркально отобразить объекты на рис.3.37 с использованием объектного отслеживания для указания первой, и полярного отслеживания – второй точки оси зеркального отражения.

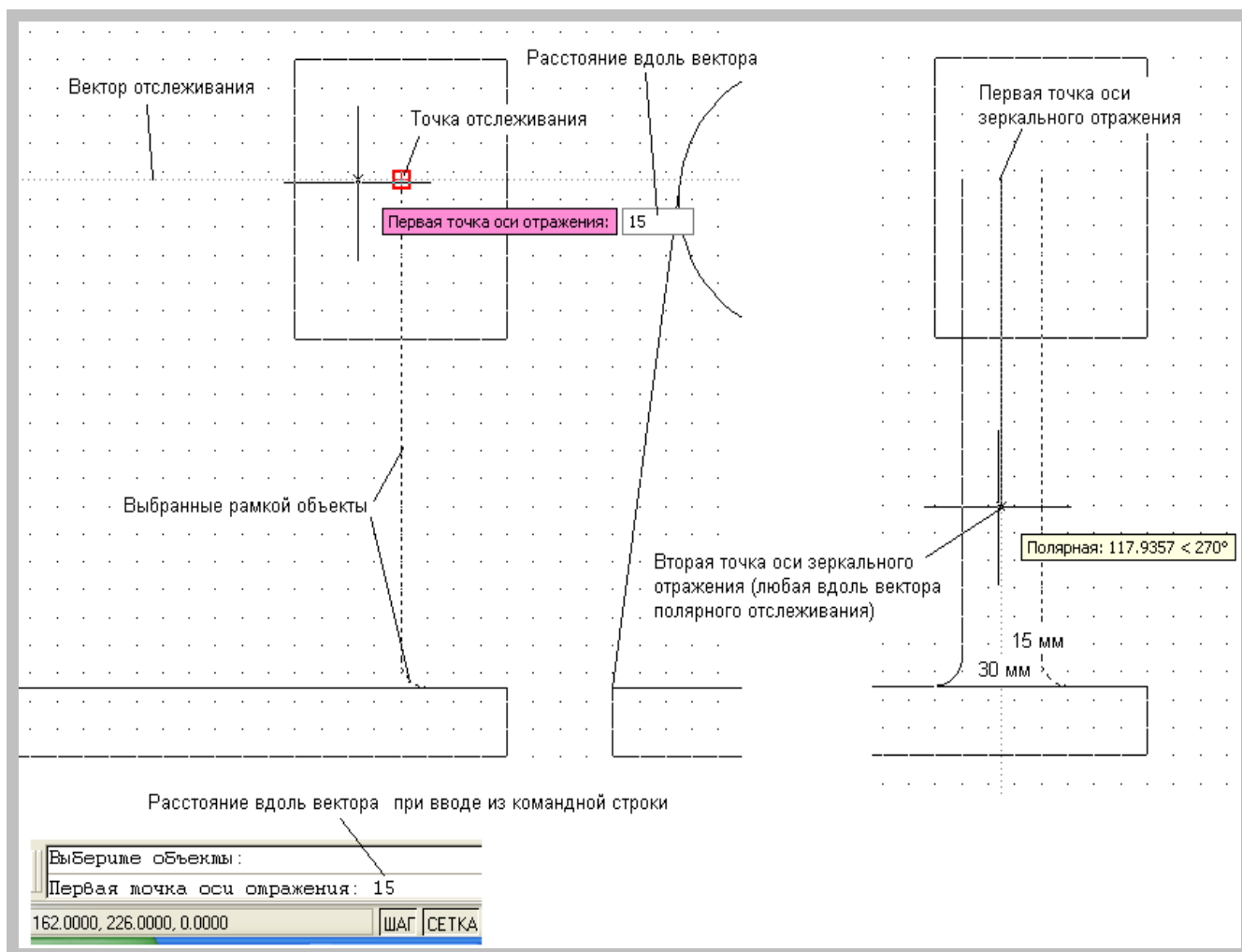


Рис.3.37. Зеркальное отражение с использованием объектного отслеживания для указания первой, и полярного отслеживания – второй точки оси зеркального отражения

### 3.9. Вычерчивание верхней плиты первого вида со скошенными сторонами.

#### Команды Копировать, Растянуть, Точка

Следующий этап – вычерчивание на первом виде верхней плиты со скошенными под углом  $15^\circ$  сторонами. Начертить этот объект можно по вышеизложенной для аналогичных объектов второго вида методике. Однако мы воспользуемся другим способом и познакомимся при этом с новыми командами и особенностями их использования:

1. Копируем с одновременным переносом к характерной точке (верхняя левая угловая точка основания первого вида) при помощи команды **Копировать** горизонтальный и два боковых отрезка второго вида;
2. Смещаем скопированные отрезки на 10 мм вправо при помощи команды **Переместить**;

3. Удлиняем верхний и переносим правый боковой отрезок при помощи команды **Растянуть** с использованием для точного указания величины удлинения привязки к объекту **Точка**.

Данные команды доступны из панели инструментов **Редактировать** (рис.3.38).

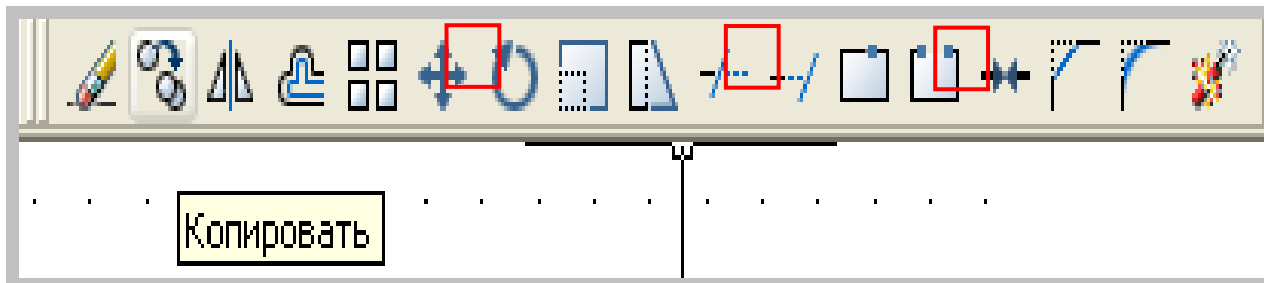


Рис.3.38. Панель инструментов **Редактировать**.

После запуска команды **Копировать** необходимо выбрать объекты для копирования любым описанным выше методом, подтвердить нажатием правой кнопки мыши или клавишей Enter выбор и указать объектной привязкой базовую точку (за нее будет осуществляться перемещение копии в нужную целевую точку после подтверждения нажатием левой кнопки мыши). Целевая точка указывается объектной привязкой (левый верхний угол основания первого вида).

Полученные копии объектов необходимо перенести на 10 мм вправо при помощи команды **Переместить** (см. п.3.3.1-3.3.2), а потом растянуть до нужной величины командой **Растянуть** панели инструментов **Редактировать**. Для выполнения команды **Растянуть** необходимо вычислить величину удлинения (Рис.3.39). Так как расстояние между точками исходного объекта составляет 49.44543566 мм и вычисленное расстояние для удлинения верхнего отрезка соответственно представляет собой число с восемью знаками после запятой, то проще использовать геометрические построения для точного удлинения верхнего отрезка. Для этого используем в ходе выполнения команды **Растянуть** объектную привязку к предварительно установленной при помощи объектного отслеживания точке. Однако прежде, чем вычерчивать объект **Точка**, необходимо настроить внешний вид точки на экране при помощи диалогового окна **Стиль точки** пункта меню **Формат** (Рис.3.40). Вычерчиваем объект **Точка** как на Рис.3.41, используя для указания ее координаты объектное отслеживание от характерной точки (80 мм вдоль опорного направления 0° от первой точки).

Запускаем команду **Растянуть** и при помощи секущей рамки (секущая рамка определяется перемещением указателя мыши справа налево, см. п.3.2.2) выбираем объекты, как на Рис.3.42. При этом те из них, которые попали внутрь рамки целиком, будут перемещены, а те, которые рамка пересекла – удлинены. После подтверждения выбора нажатием Enter выбираем базовую точку и также подтверждаем выбор нажатием клавиши Enter. Затем перетаскиваем перекрестье до срабатывания привязки к точке, которую мы только что установили, и нажимаем Enter.

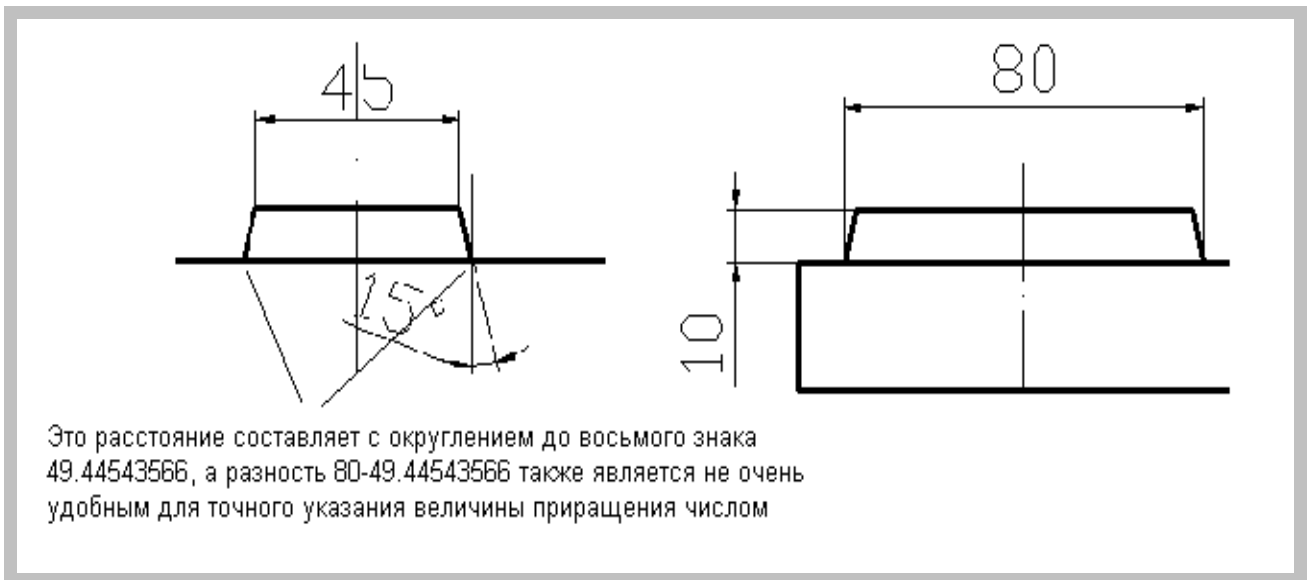


Рис.3.39. Определение величины удлинения.

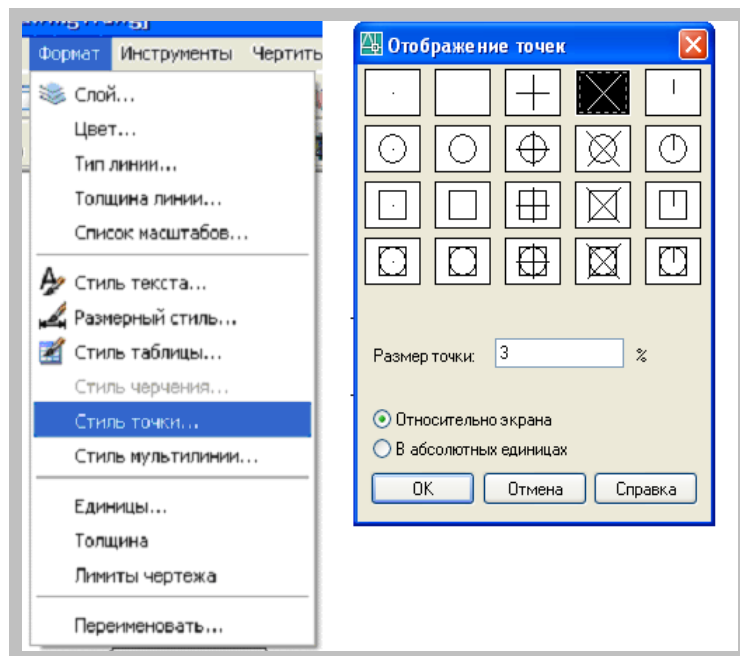


Рис.3.40. Запуск диалогового окна и настройка внешнего вида точки для вывода на экран

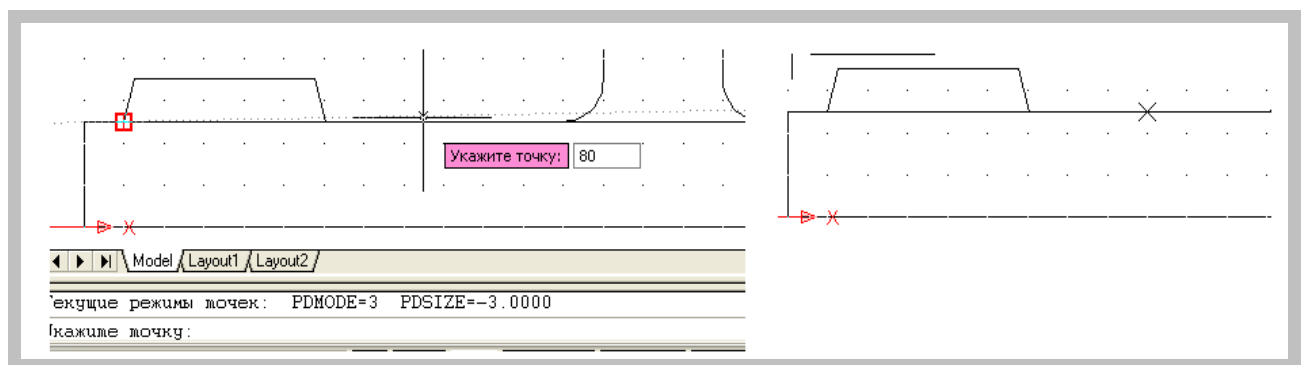


Рис.3.41. Вычерчивание объекта **Точка** с использованием объектного отслеживания по одной точке.

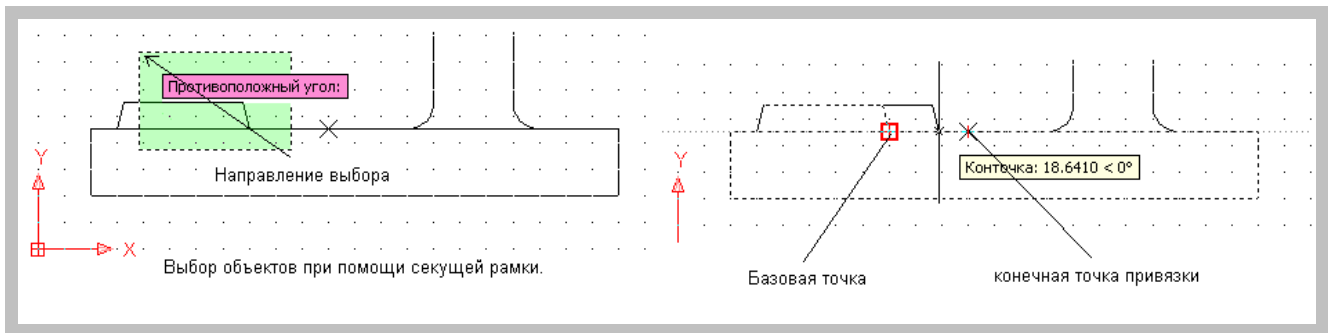


Рис.3.42. Выполнение команды **Растянуть**

Верхние скругления устанавливаем с отключенной подрезкой, а часть нижнего основания прямоугольника, расположенную между скруглениями, подрезаем при помощи команды **Обрезать** (см.п.3.5) с указанием в качестве кромок для подрезки полученных дуг (Рис.3.43).

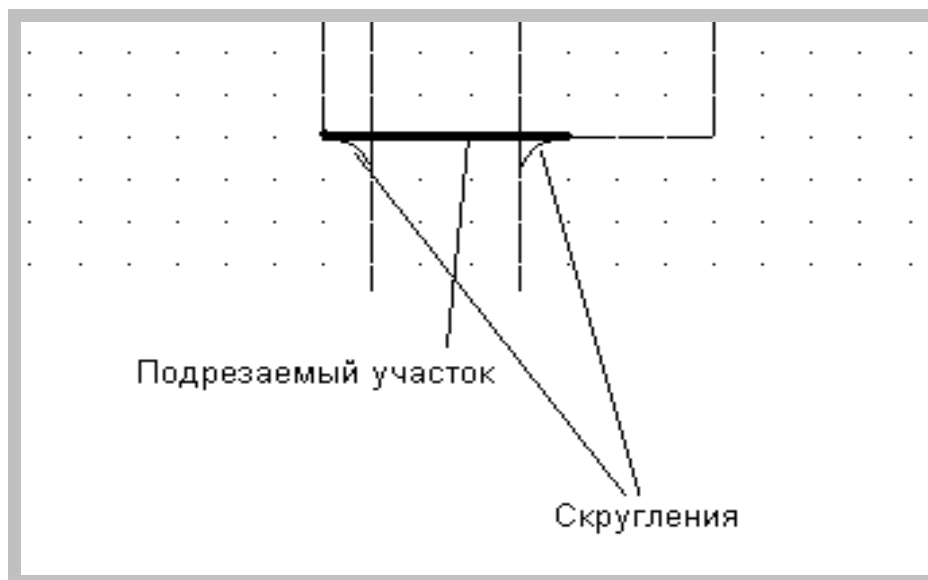


Рис.3.43. Простановка скруглений и подрезка нижнего основания прямоугольника

### 3.10. Вычерчивание местного разреза с использованием команд **Сплайн** и **Штриховка**

Волнистая линия для указания местного разреза вычерчивается при помощи команды **Сплайн**. Первая и последняя точка сплайна указывается при помощи объектного отслеживания по одной точке. Промежуточные точки указываются произвольно на графической зоне экрана с фиксацией их нажатием левой кнопки мыши. В дальнейшем возможна корректировка внешнего вида сплайна перетаскиванием ручек по экрану (при выделении любого объекта чертежа появляются характерные для этого объекта ручки, которые можно перемещать). Для завершения команды необходимо три раза нажать клавишу Enter. Для работы с ручками необходимо после выполнения команды выделить объект (при этом контрольные точки выделены синим цветом), а потом вы-



брать нужную ручку (она окрашивается при этом в красный цвет) и перетаскивать ее по экрану (Рис.3.44).

Невидимые линии первого вида вычерчиваем пока сплошными (установка свойств объектов будет рассмотрена ниже) с использованием объектного отслеживания по одной точке (Рис.3.45).

Вычерчивание штриховки осуществляется командой **Штриховка** (Рис.3.46). В этом же диалоговом окне осуществляется и настройка всех режимов штриховки (тип, угол, масштаб и т.д.). Существует два метода определения зоны штриховки – выбор внутренней точки и выбор объектов. По первому методу необходимо после нажатия кнопки выбора внутренней точки переместить перекрестье внутрь предполагаемой области штрихования и нажать левую кнопку мыши. При этом система автоматически найдет и укажет штриховой линией границу штриховки (Рис.3.47). После этого необходимо нажать Enter, а затем Ok на вновь открывшемся диалоговом окне.

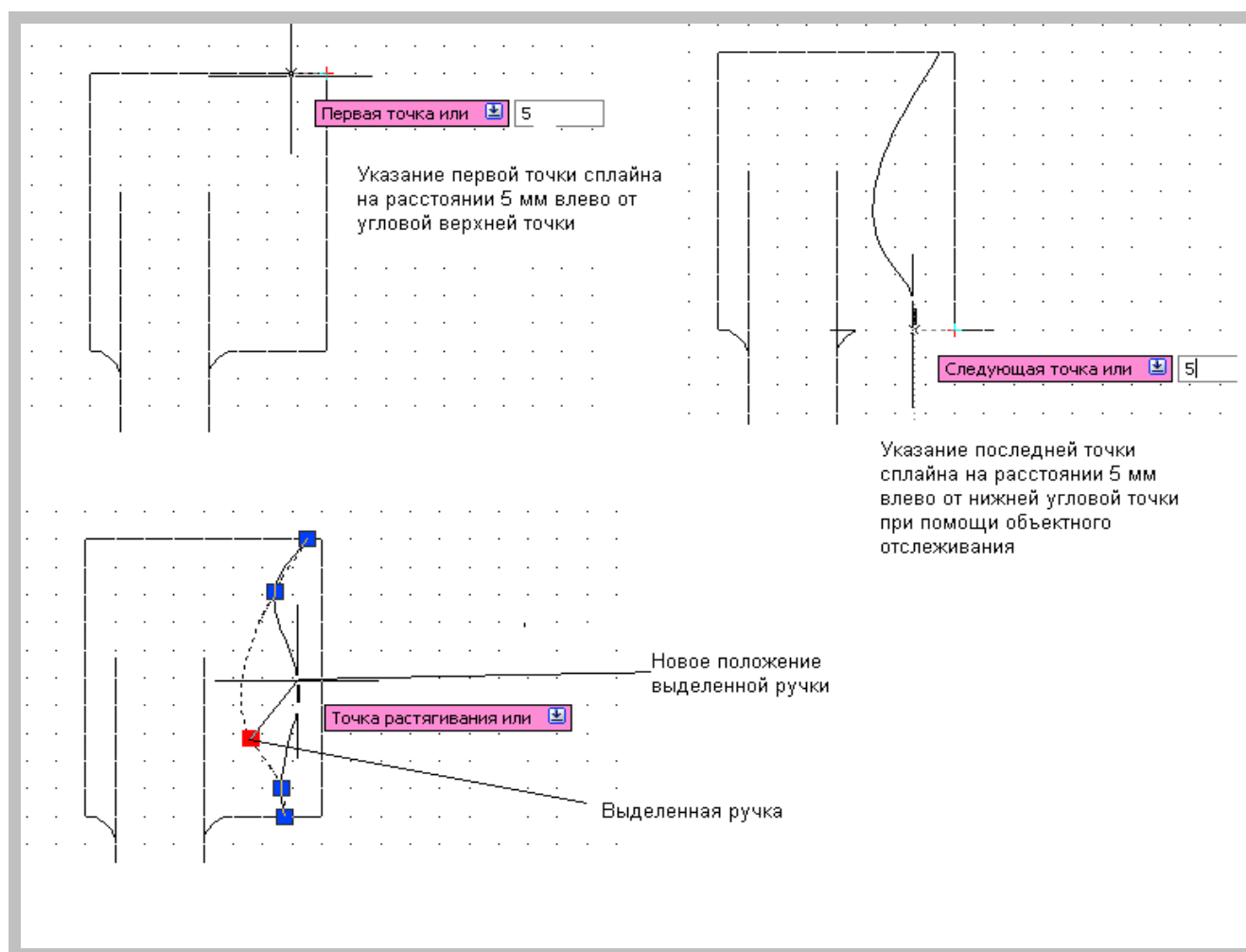


Рис.3.44. Вычерчивание сплайна

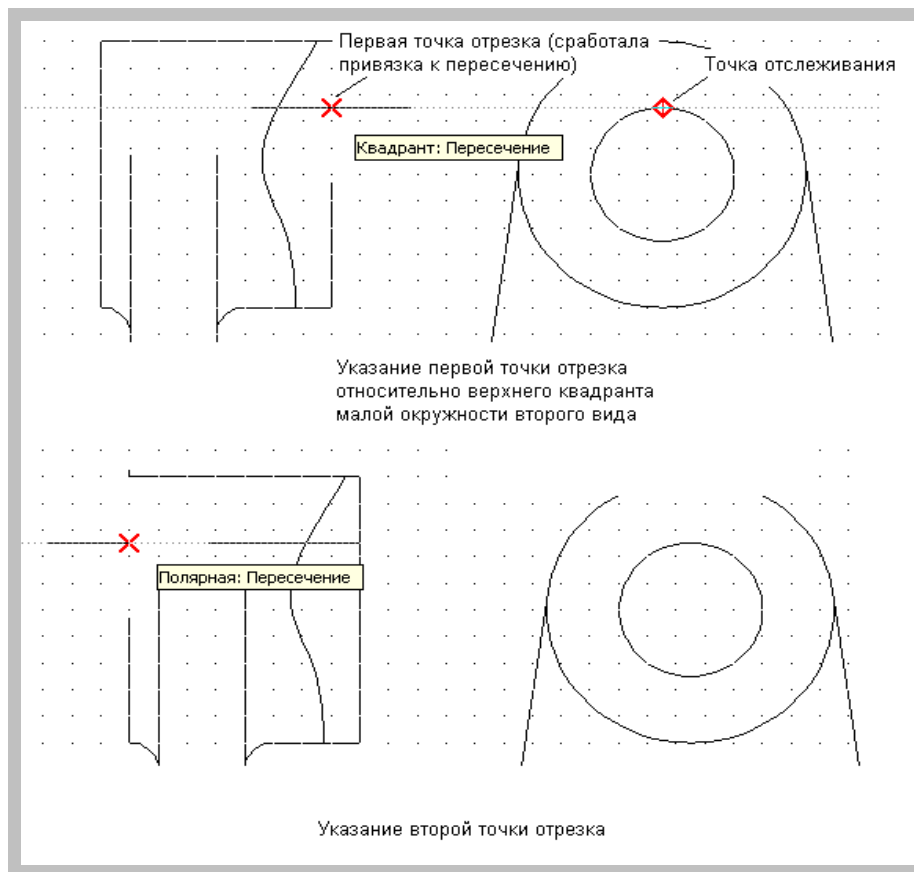


Рис.3.45. Вычерчивание невидимых линий

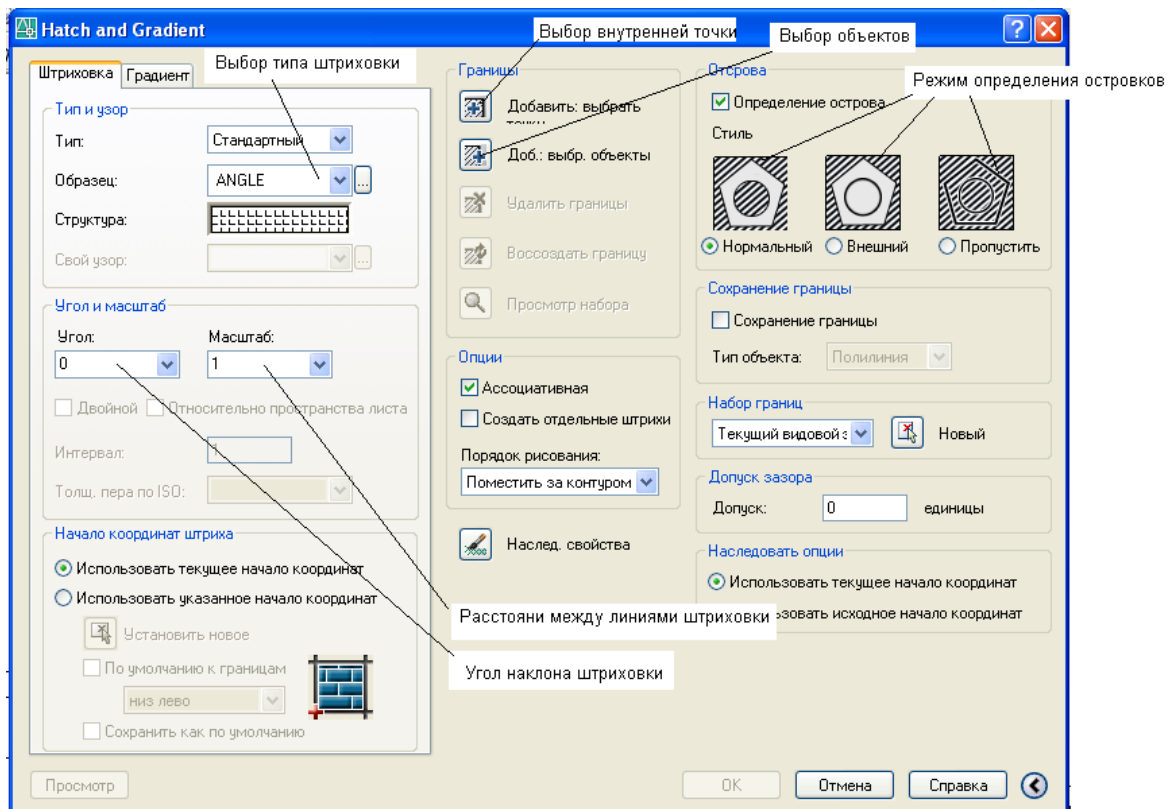


Рис.3.46. Диалоговое окно Штриховка

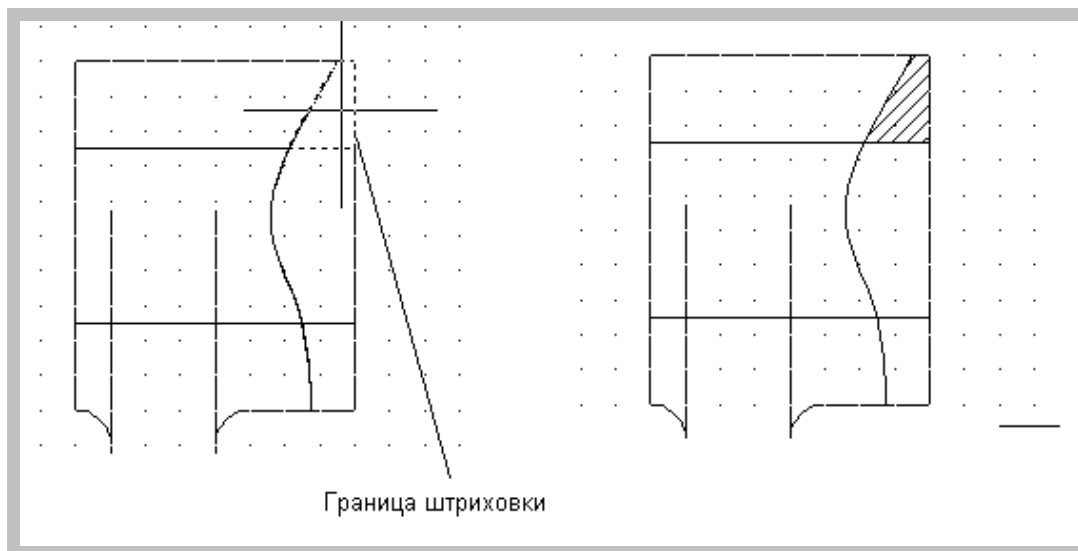


Рис.3.47. Штриховка методом выбора внутренней точки

Полученная штриховка является по умолчанию ассоциативной и при последующем изменении границы (например, при перетаскивании ручек сплайна) отслеживает ее новое положение и доштриховывает заданную область. Штриховка представляет собой цельный объект, который выделяется целиком. Ее можно разбить на составляющие отрезки при помощи команды **Расчленить** панели инструментов **Редактировать**.

Для метода выбора объектов указываются объекты чертежа. При этом метод штриховки определяется соответствующим режимом определения островков (Рис.3.48).

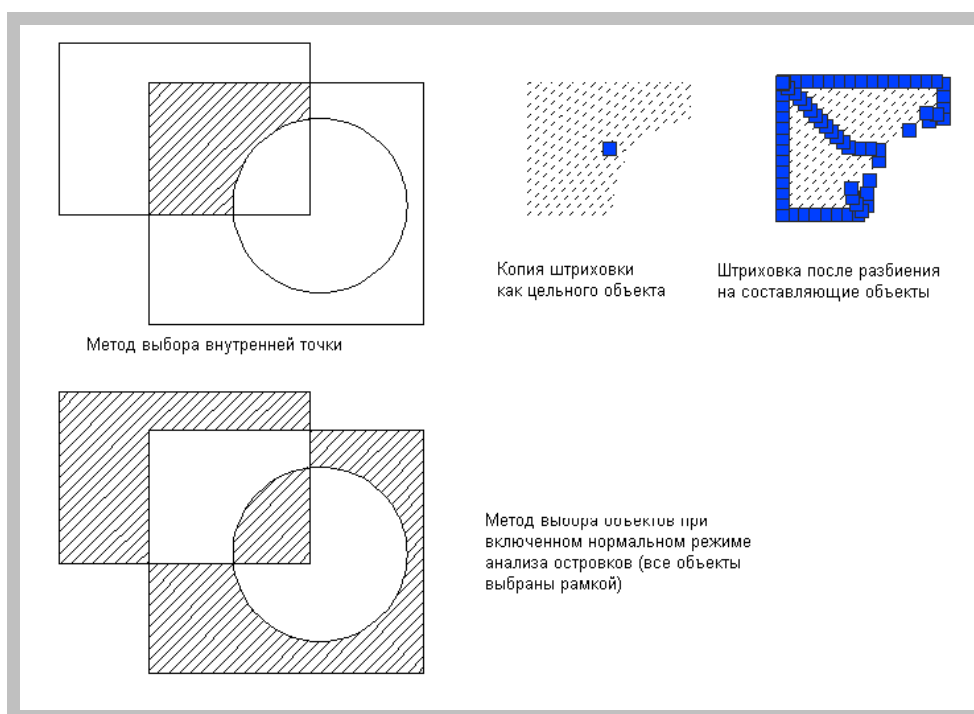


Рис.3.48. Штриховка по методу выбора внутренней точки и выбора объектов.

### 3.11. Вычерчивание осевых линий. Команда Масштаб

Осевая линия второго вида вычерчивается (Рис.3.49) с использованием привязок к середине нижнего основания и верхнему квадранту большей окружности и масштабируется для получения равномерно выступающих на заданное расстояние «хвостов» при помощи команды **Масштаб**. Для этого необходимо выбрать объект масштабирования, подтвердить выбор нажатием клавиши Enter и при помощи объектной привязки указать базовую точку. При масштабировании она останется неподвижной, поэтому выбираем в качестве базовой точки середину отрезка (отрезок равномерно увеличит длину в обе стороны). Далее вводится масштабный коэффициент (1.2, например) или латинская R+Enter (для активизации пункта внутреннего меню reference). После этого вводится исходная длина масштабируемого объекта (250 мм в нашем примере) и, после нажатия Enter, вводится новая длина (260 мм, например) + Enter (Рис.3.49). Аналогично вычерчиваются остальные осевые линии (с выступами по пять миллиметров с каждой стороны относительно граничных контурных линий).

### 3.12. Установка типа и толщины линий. Слои. Размерные стили. Простановка размеров

Следующим этапом является установка типа и толщины линий. До этого момента мы вычерчивали объекты чертежа без учета их трех базовых свойств – типа, толщины и цвета. Кроме этих базовых свойств объекты в зависимости от их сложности могут иметь десятки специфических параметров, определяющих их внешний вид на экране и при печати (размеры, например). При создании нового чертежа по умолчанию система устанавливает сплошной тип линий черного цвета толщиной 0.25 мм для всех вновь вычерчиваемых объектов.

После того как объект начерчен, его базовые свойства в любой момент можно легко изменить несколькими способами. Для этого надо выделить нужный объект или набор объектов и установить нужные свойства в полях панели инструментов **Свойства объекта**. Можно также активизировать диалоговое окно **Свойства объекта** нажатием кнопки



Свойства объекта CTRL+1

стандартной панели инструментов, через контекстное меню правой кнопки мыши, щелчком мыши по объекту или сочетанием клавиш CTRL+1 (Рис.3.50). Здесь же можно изменять и другие свойства объекта (радиус окружности, координаты центра окружности и т. д.). Включение отображения толщины линий на экран монитора осуществляется нажатием кнопки **ВЕС(LWT)** строки состояния.

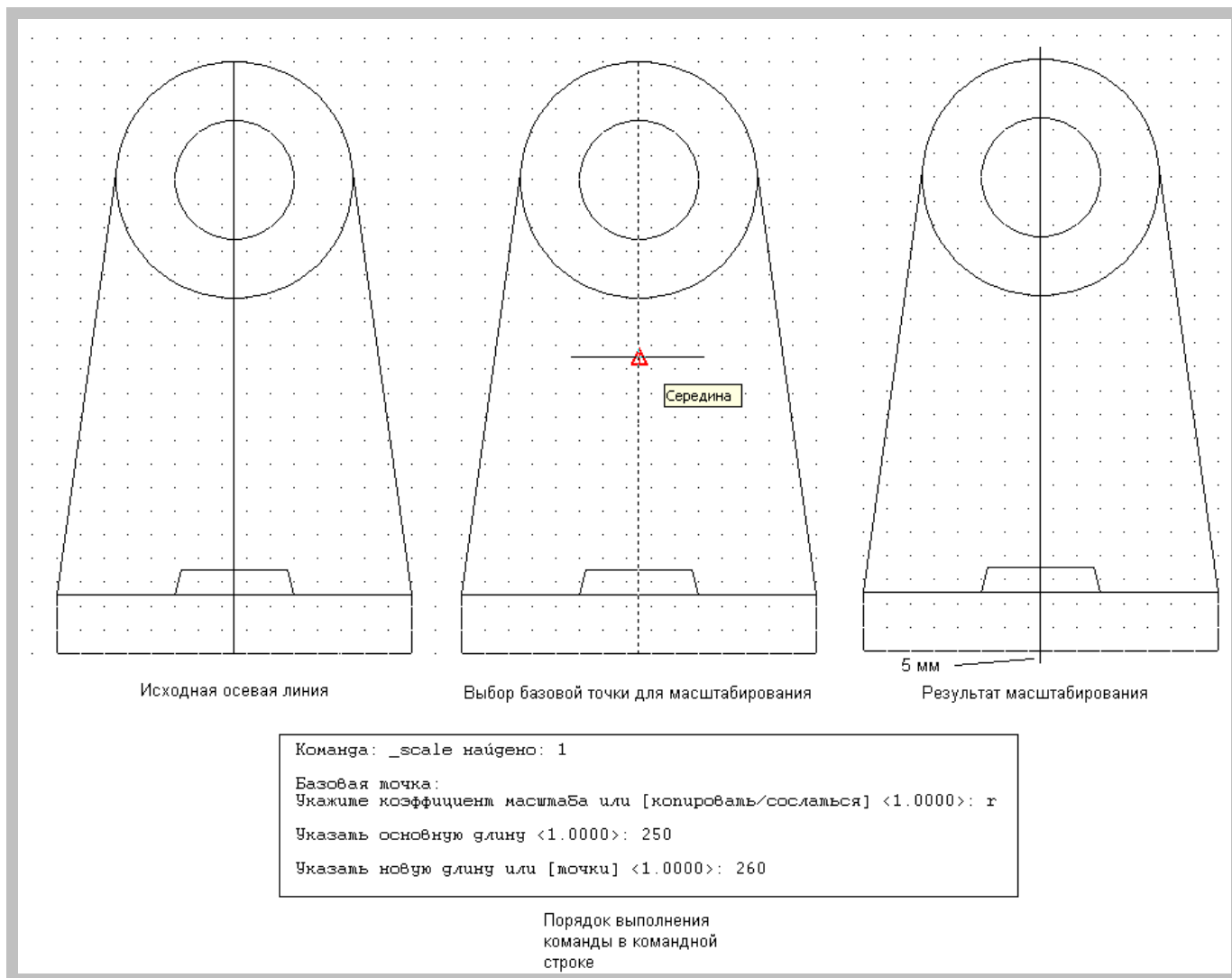


Рис.3.49. Масштабирование осевой линии.

При этом не происходит точное отображение реально установленной толщины линии, а настройка масштаба экранного отображения осуществляется из диалогового окна Толщина линии пункта меню Формат (Рис.3.51). При печати на принтере толщина линий будет соответствовать установленным числовым значениям.

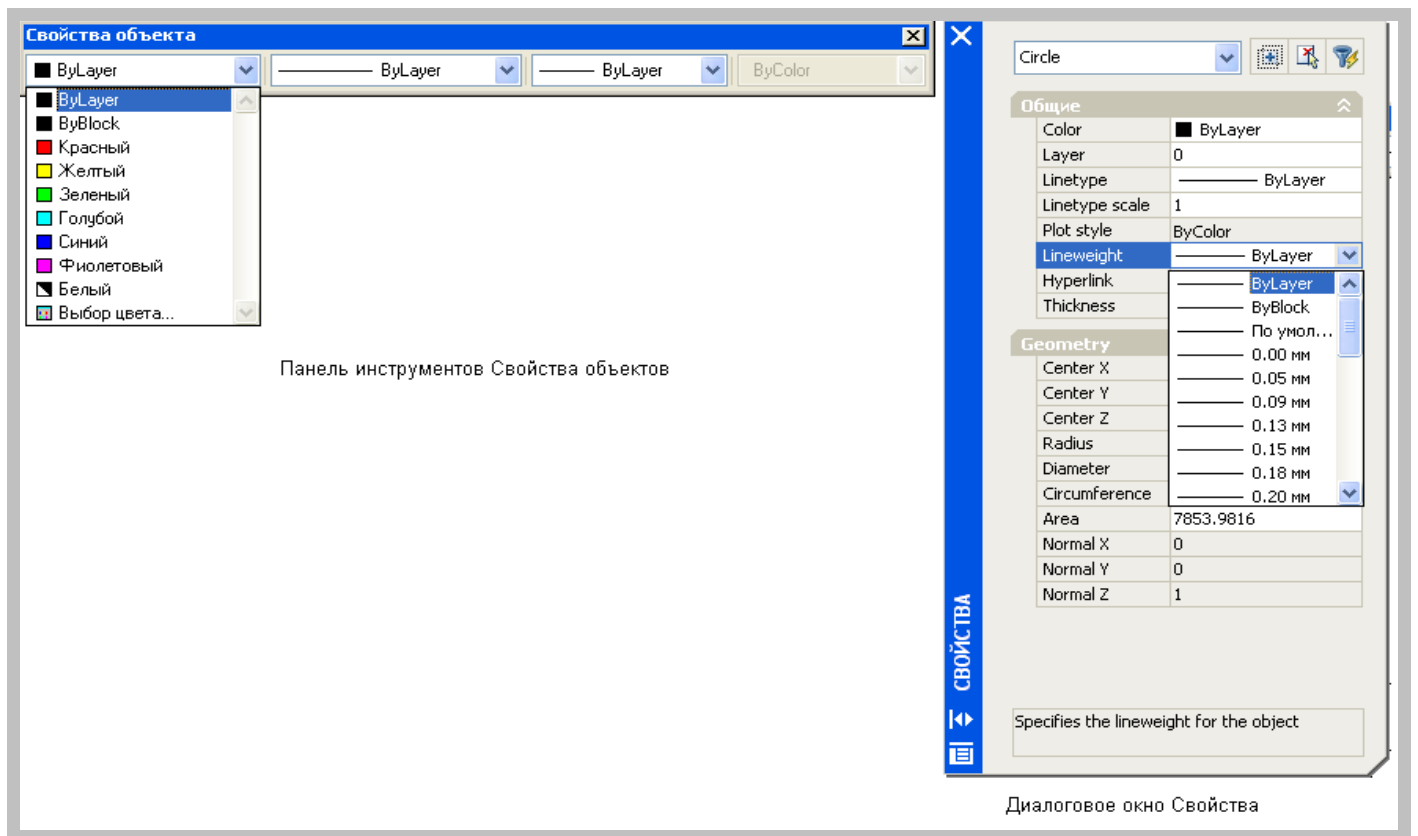


Рис.3.50. Установка свойств объектов

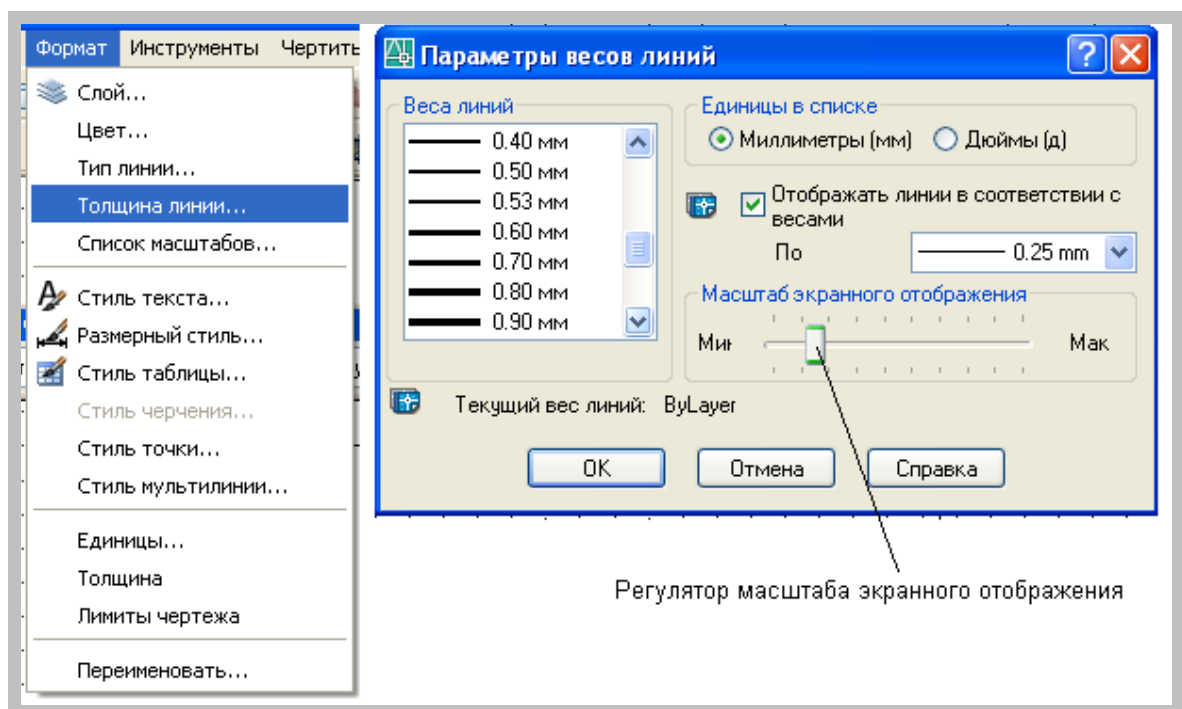


Рис.3.51. Настройка масштаба экранного отображения толщины линий.

Удобным способом установки свойств является их копирование от одного объекта другому при помощи кнопки стандартной панели инструментов. Для этого после запуска команды сначала выделяется объект, свойства которого необходимо передать другому

объекту (указатель принимает форму кисти), а затем выделяется любое количество объектов – приемников новых свойств.

Еще одним концептуальным понятием, связанным с изменением свойств объектов, является понятие *слоя*. Слой можно сравнить с прозрачным листом целлофана. На разных листах можно начертить различные объекты: на одном – планировку квартиры с указанием положения стен, окон и дверей, на другом – схему электропроводки, на третьем – схему водопровода и т.д. Если сложить все листы вместе, то получится полный проект квартиры. Но если клиента интересует только планировка квартиры, а слой с электропроводкой мешает визуальному восприятию, то его просто можно выключить. Кроме того, слой можно заблокировать (тогда объекты слоя будут видны на экране, но их нельзя будет изменить), выключить для печати и заморозить. Для каждого слоя, точно также как и для объектов чертежа, устанавливаются свойства – цвет, тип и толщина линии. Если установить слой текущим, то все объекты, вычерченные на нем, будут иметь его свойства, а для изменения, например, цвета всех контурных линий, начерченных на соответствующем слое, необходимо всего лишь изменить закрепленный за слоем цвет. Для того чтобы свойства объектов основывались на свойствах слоя, по умолчанию в полях изменения свойств панели инструментов Свойства объекта, установлены значения By Layer (рис.3.52).

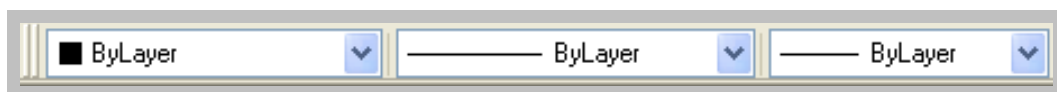


Рис.3.52.

В таком случае вычерчивание ведется на созданном по умолчанию слое 0 сплошными черными линиями толщиной 0.25 мм. Свойства объекта, расположенного на конкретном слое и имеющим свойства слоя, можно сделать уникальными, заменив в полях By Layer конкретными величинами (Рис.3.53). Объект останется при этом на том же слое, но не будет подчиняться изменению свойств слоя. Его личные свойства будут иметь приоритет над коллективными. Для активизации диалогового окна свойств слоя используется первая кнопка панели инструментов **Слой** (рис.3.53).

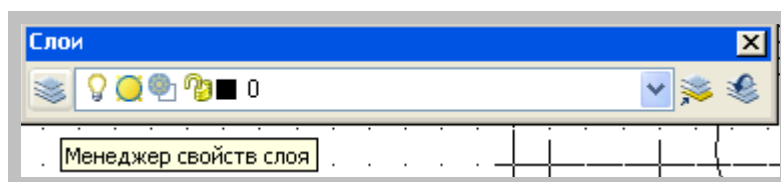


Рис.3.53.

Таким образом, для вычерчивания сложного чертежа, состоящего из огромного количества объектов, необходимо тщательно планировать расположение объектов по слоям. Перед началом вычерчивания необходимо создать эти слои и настроить их свойства. Перед вычерчиванием каж-

дого типа объектов (например, контурных линий) сделать соответствующий слой текущим (Рис.3.54).

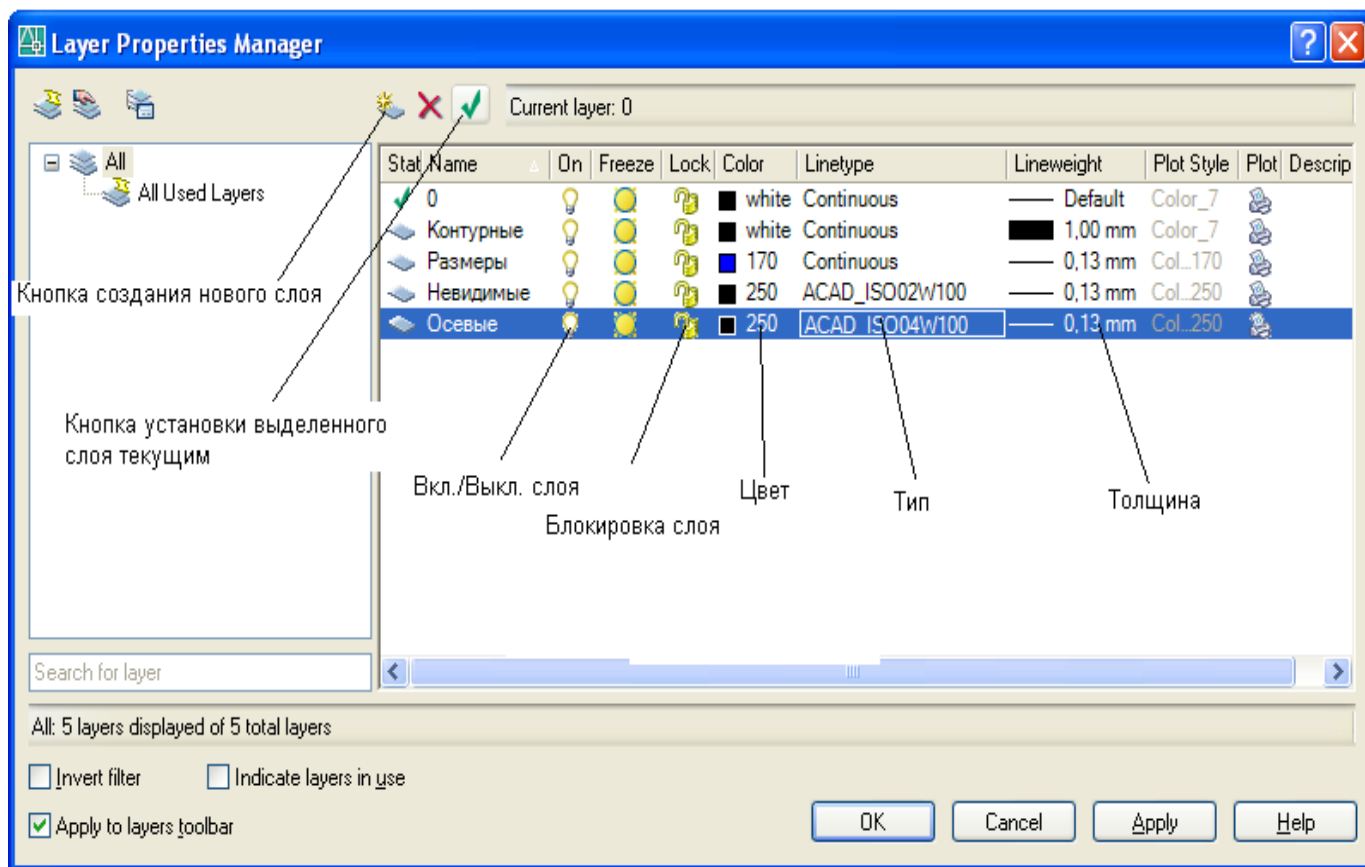


Рис.3.54. Диалоговое окно для установки свойств слоя.

Перед нанесением размеров необходимо назначить текущим соответствующий слой. Параметры этого слоя будут определять толщину, тип и цвет выносных, размерных линий и текста (если не установить соответствующие параметры через размерный стиль). *Размерный стиль* определяет также и большое количество других параметров внешнего вида размеров.

Запускается диалоговое окно нажатием кнопки **Размерный стиль** панели инструментов **Размеры** (Рис.3.55-3.57).



Рис.3.55.



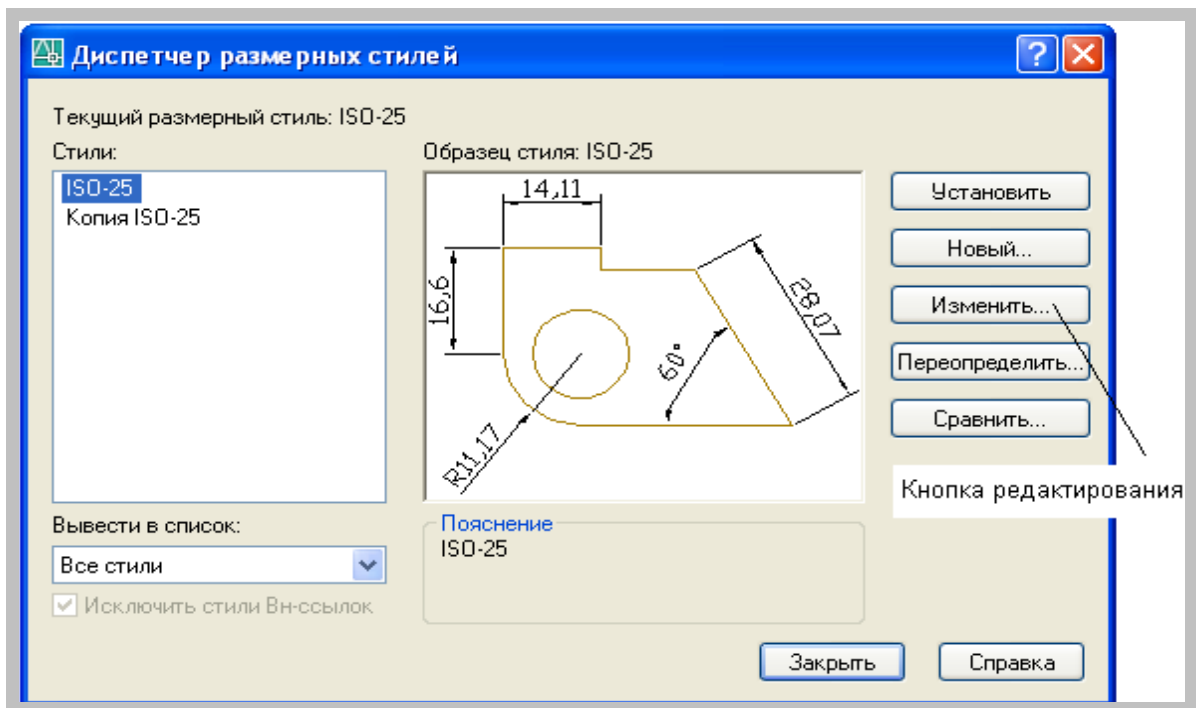


Рис.3.56.

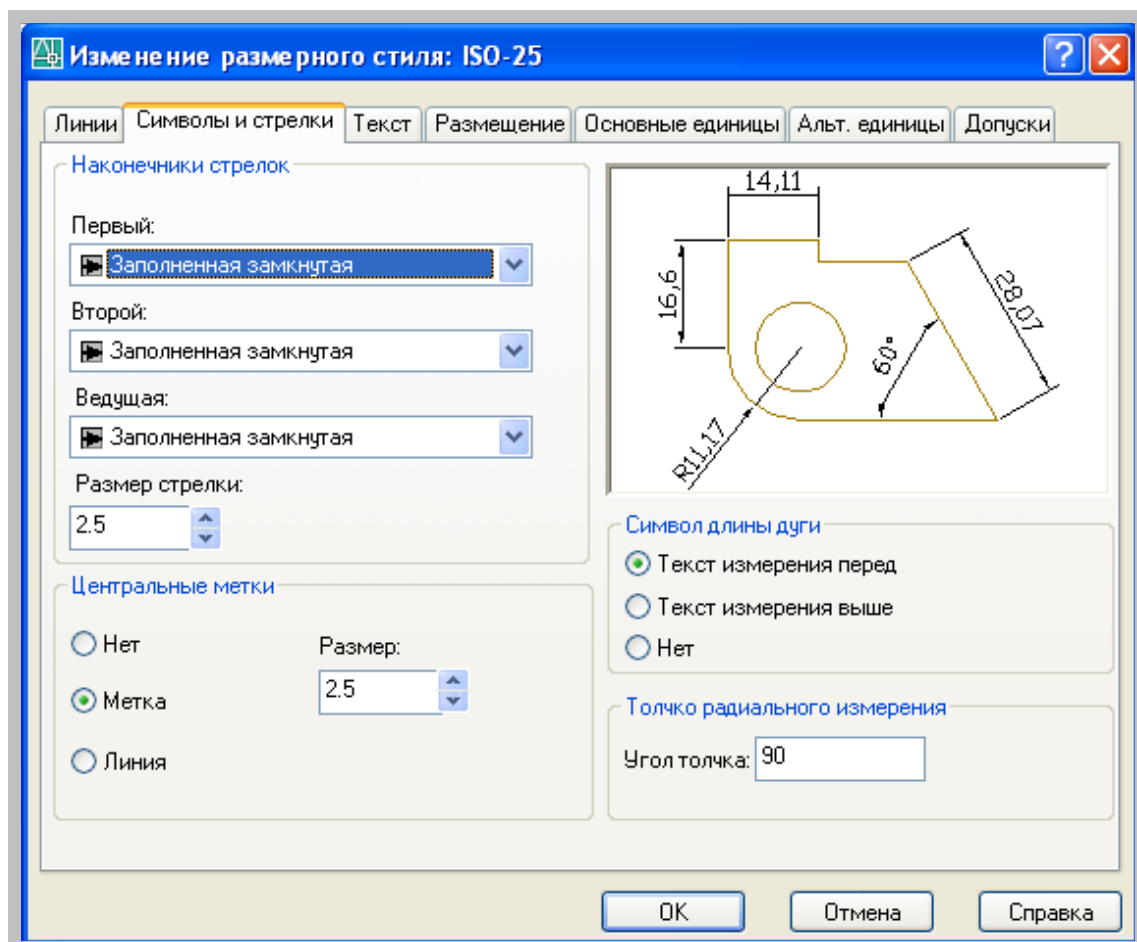


Рис.3.57.

Размерных стилей может быть несколько, и перед нанесением размеров необходимо, помимо установки слоя, настроить и активизировать нужный размерный стиль (в нашем случае ISO-25 и он уже активизирован), выбрав его в окошке панели инструментов **Размеры** рядом с кнопкой **Размерный стиль** или кнопкой **Установить** диспетчера размерных стилей (Рис.3.56).

После этого все наносимые размеры имеют свойства, определенные в данном размерном стиле и впоследствии эти свойства могут быть изменены для всех размеров сразу. Сочетание использования размерного слоя и размерного стиля позволяет гибко и эффективно управлять внешним видом размеров. При необходимости любой параметр или группу параметров конкретного размера можно сделать уникальным и независимым от значений, установленных размерным стилем.

Для этого нужно выделить нужный размер, запустить панель **Свойств объекта** и произвести нужные изменения. После этого эти конкретные параметры не зависят от размерного стиля и впоследствии переопределяются персонально через панель свойств объекта (Рис.3.58).

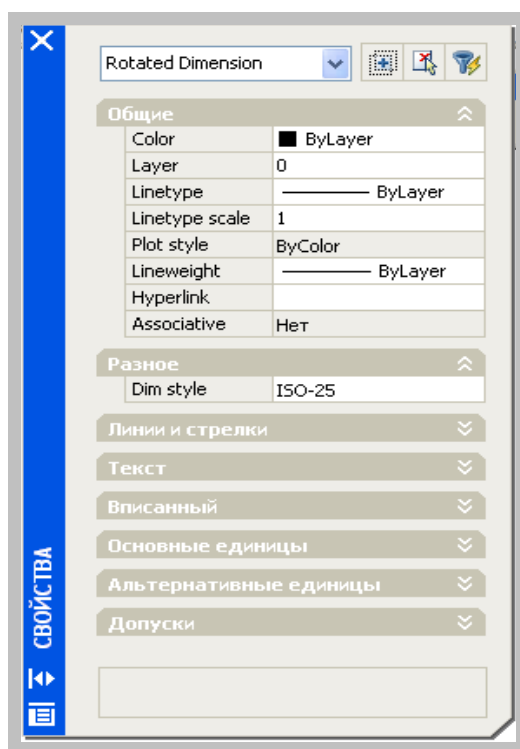


Рис. 3.58. Изменение свойств конкретного размера

Нанесение размеров рассмотрим на примере линейного размера. Перед установкой размера необходимо настроить размерный стиль ISO-25 и установить новые значения в поля Высота текста (увеличиваем высоту размерного текста с 2.5 до 8 мм) закладки Текст и Размер стрелки (с 2.5 до 5 мм) закладки Символы и стрелки (Рис.3.59).

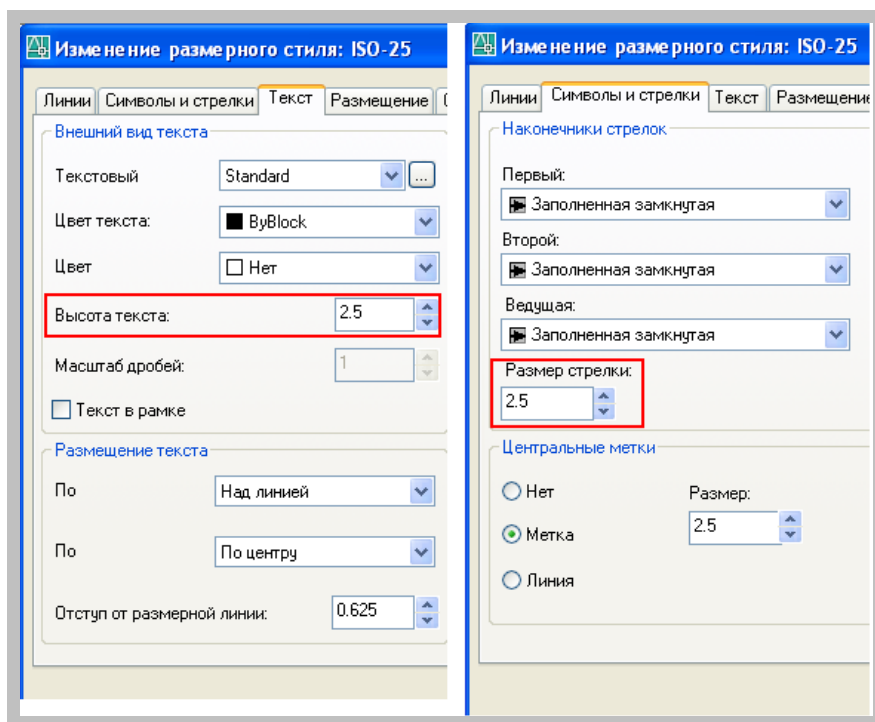


Рис.3.59. Настройка размерного стиля

Для нанесения линейного вертикального или горизонтального размера необходимо:

1. Активизировать команду нажатием кнопки **Линейный размер** панели инструментов **Размеры**;

2. Указать с помощью объектной привязки и зафиксировать нажатием левой кнопки мыши сначала первую, а потом вторую точку начала выносных линий;

3. Вывести появившийся размер в нужную сторону и зафиксировать его положение нажатием левой кнопки мыши, либо ввести в командную строку конкретную величину отступа (20 мм, например) и нажать Enter.

Другой способ состоит в активизации нажатием клавиши Enter после запуска команды **Линейный размер** режима выбора объекта (рис.3.60).

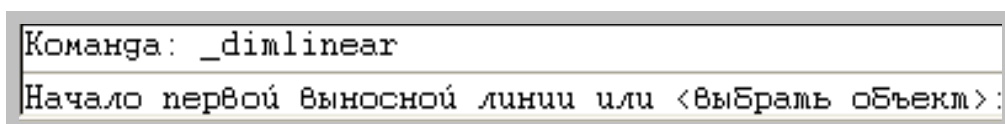



Рис.3.60.

В этом случае нет необходимости указывать точки начала выносных линий, так как система сама определяет габариты объекта.

Полученный размер представляет собой цельный объект, который можно при необходимости разбить на составляющие линии, стрелки и текст при помощи команды **Расчленив** панели инструментов **Редактировать**. Редактировать выравнивание текста вдоль размерной линии и расстояние от объекта до размерной линии можно при помощи «ручек» или команды

 Редактировать размерную надпись. Для изменения содержания и свойств размерного текста, а также вставки специальных символов можно воспользоваться командой правки текста (Рис.3.61).

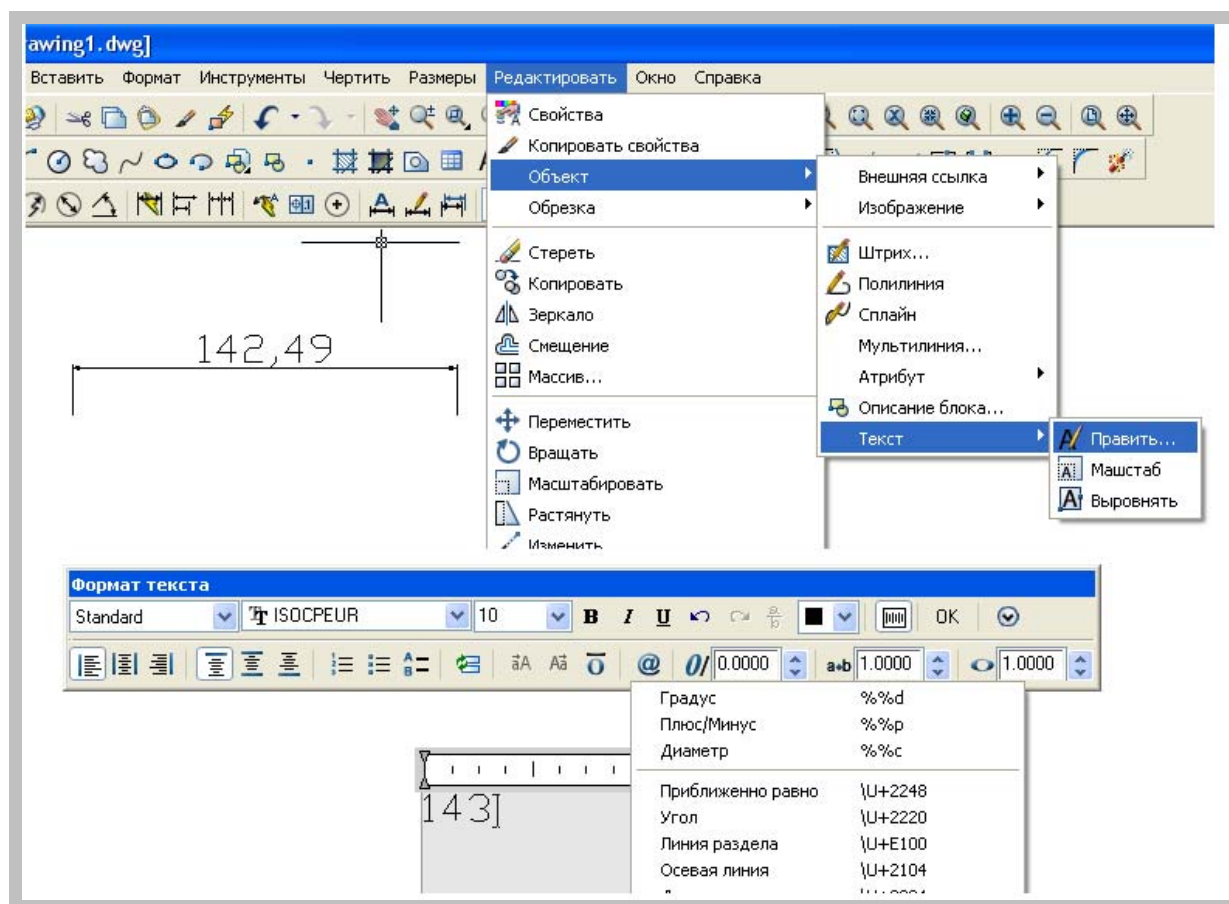
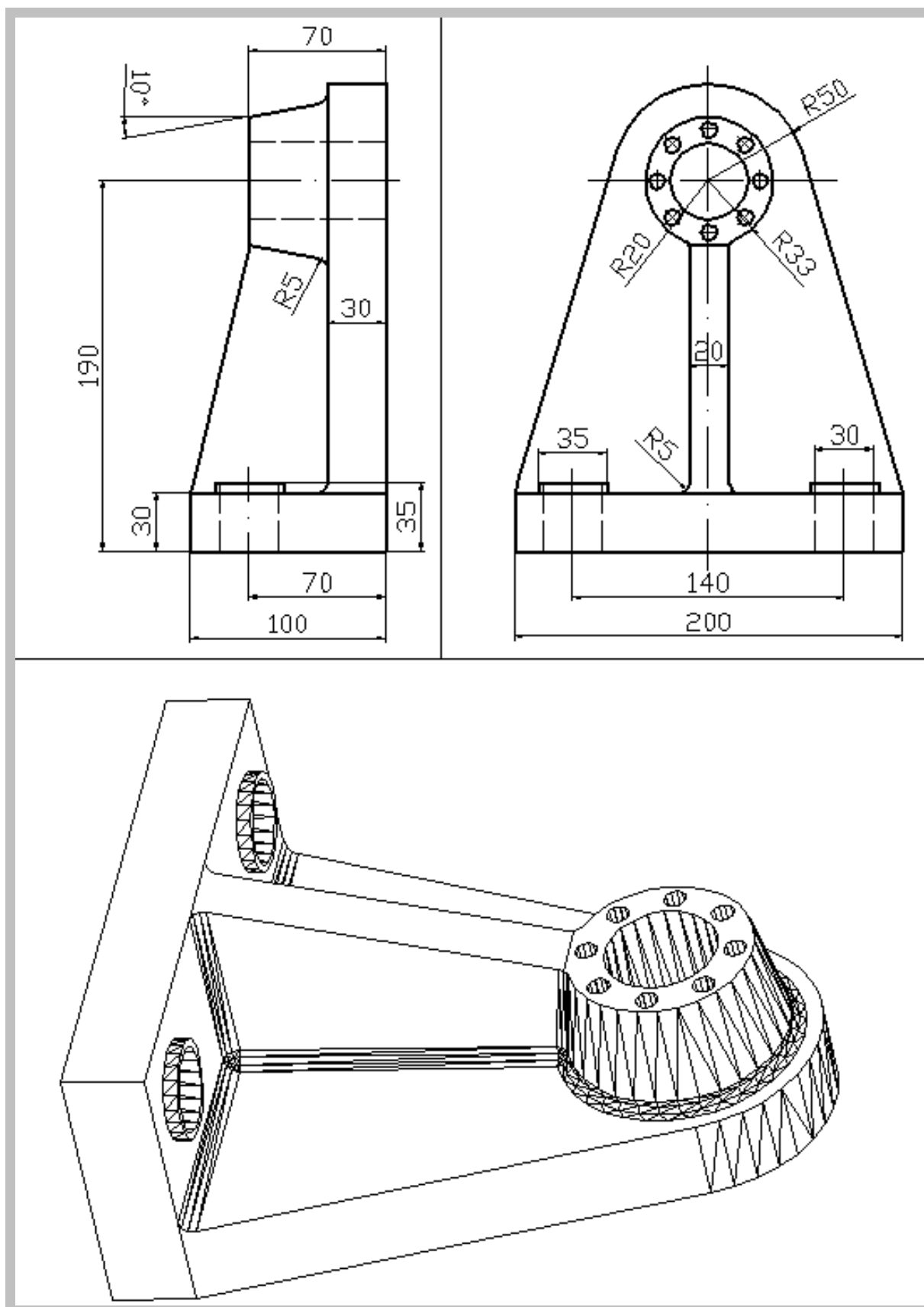


Рис.3.61. Команда редактирования текста.

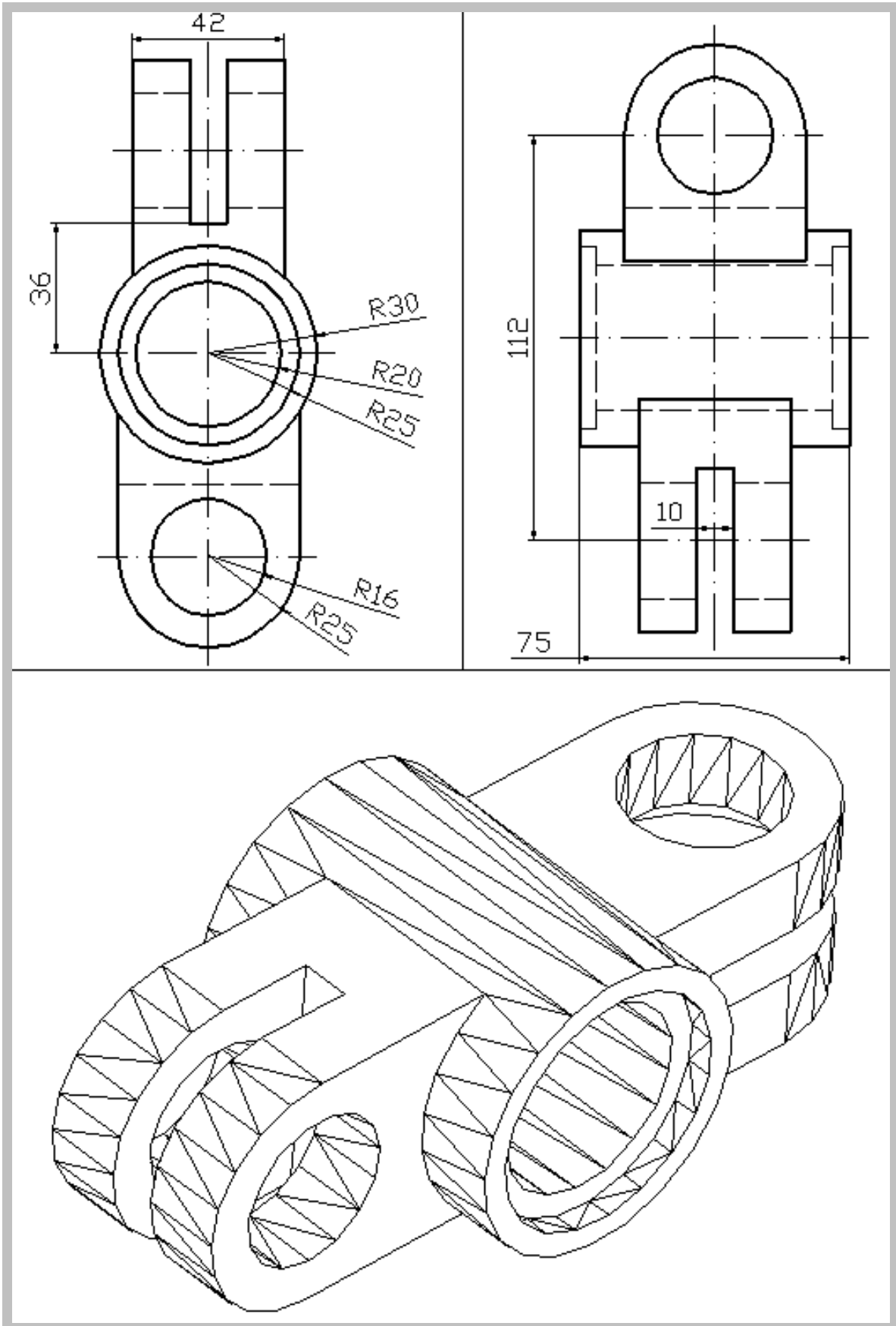
Для закрепления полученных в ходе изучения теоретической части и выполнения практического задания знаний, студентам предлагается начертить указанные в приложении чертежи. Данные чертежи были сгенерированы в полуавтоматическом режиме на базе соответствующих трехмерных моделей.



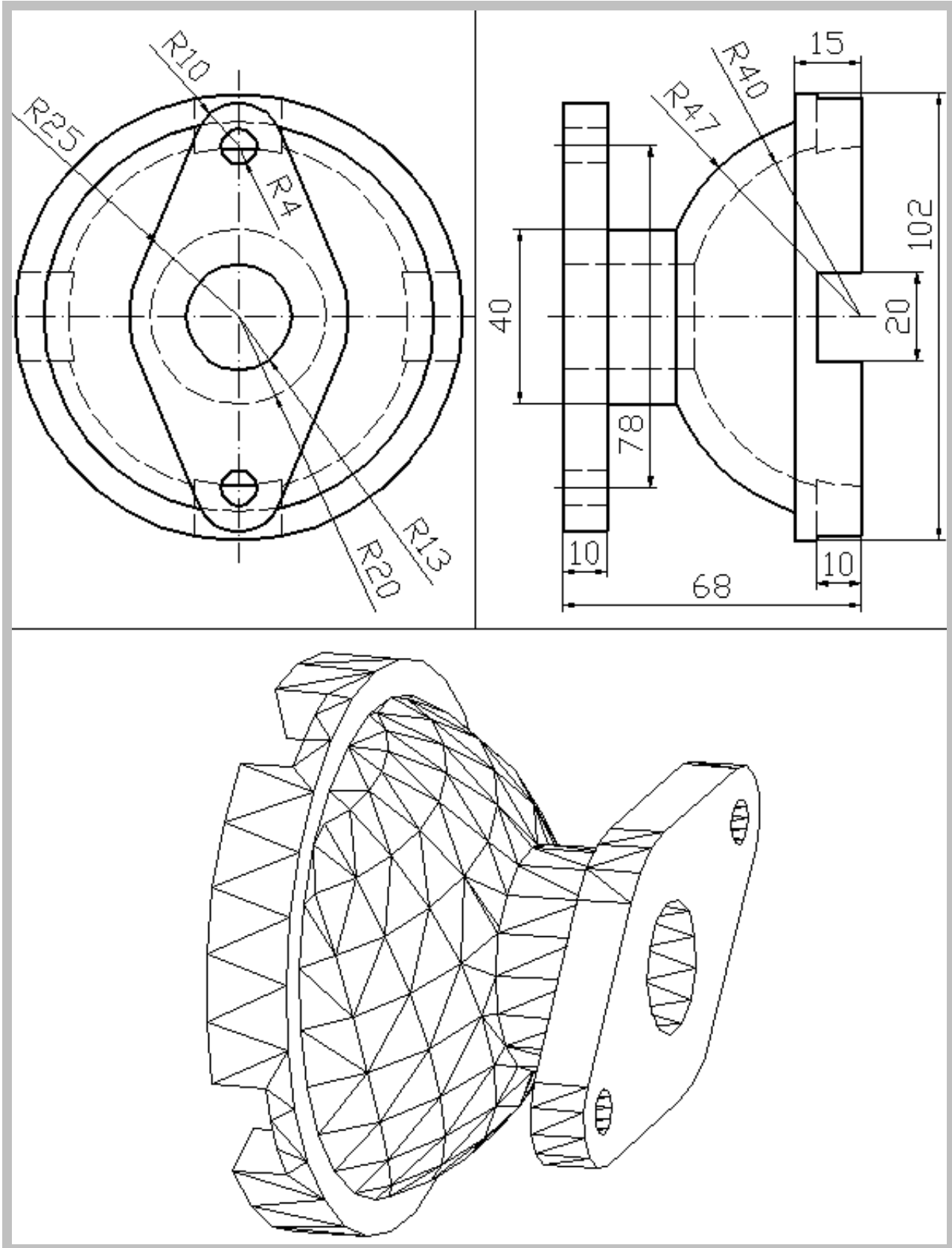
## Практическое задание №2



### Практическое задание №3

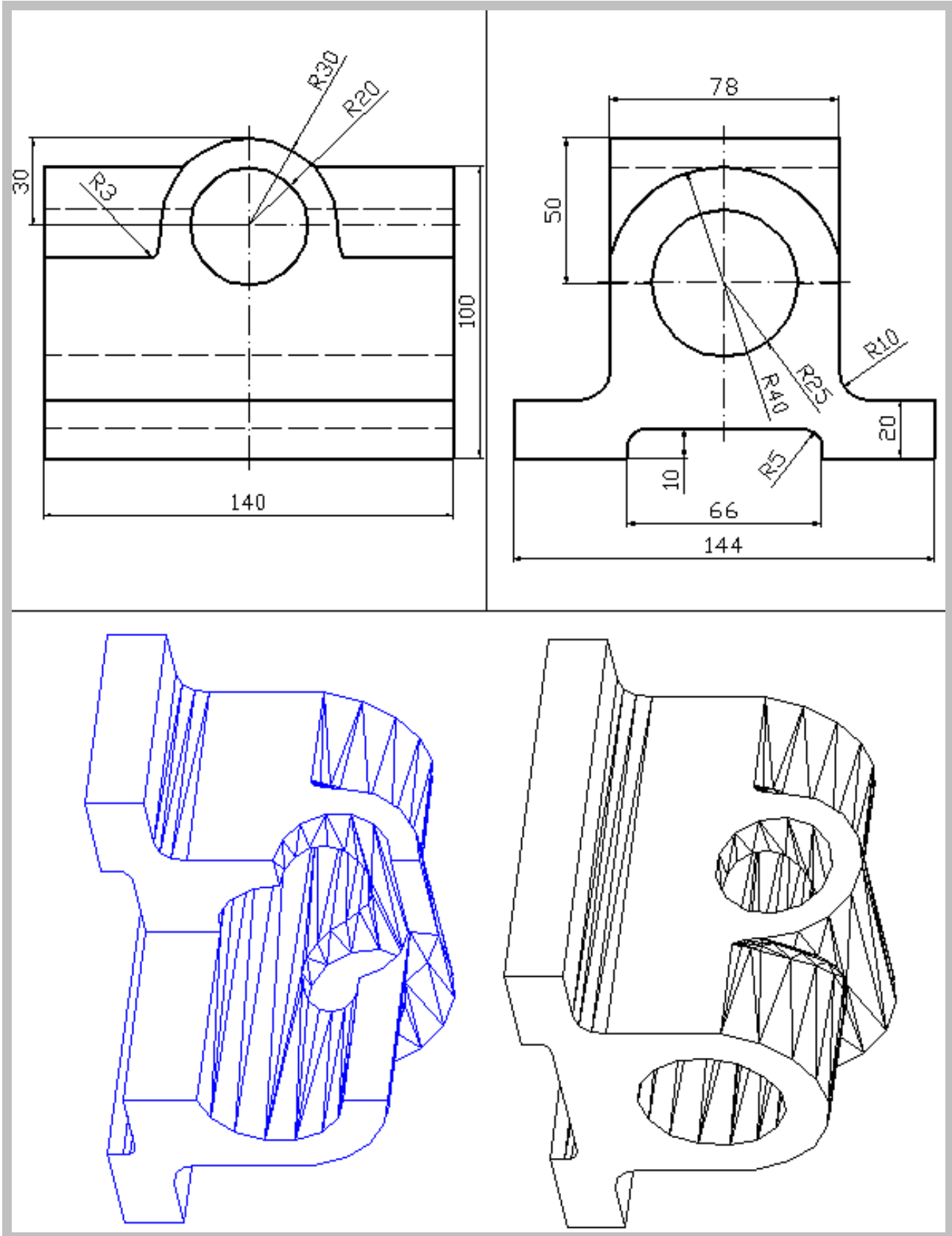


Практическое задание №4

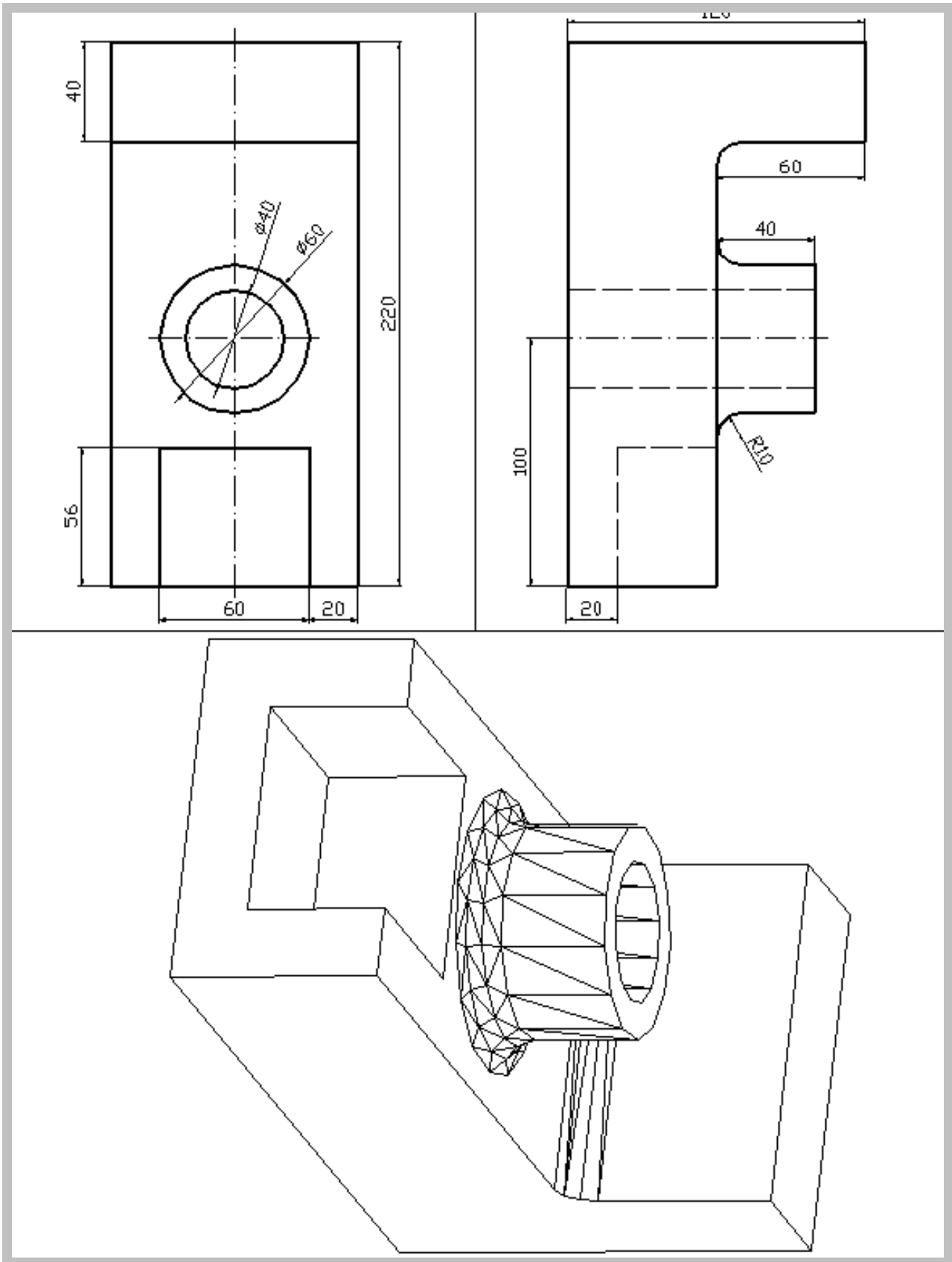




Практическое задание №5



### Практическое задание №6



## Литература

1. Финкельштейн Э. AutoCAD 2000. Библия пользователя.-М.: "Диалектика", 2000. – 1039 с.
2. Dr. Sadhu Singh. // Computer aided design and manufacturing. Naryana, Delhi, 1998. – 596 с.
3. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. – М.: Мир, 1991. – 296 с.
4. Кудрявцев Е.М. Программирование в AutoCAD 14. – М.: “ДМК”, 1999. - 368 с.
5. Автокад. Release 2000. Справочное руководство по системе Автокад. – Autodesk BV, 2000. – 661с.
6. Омура Дж. AutoCAD2006.Экспресс-курс.-С.-П.: «Питер», 2005. – 416 с.
7. Сладкий А. AutoCAD2006 как дважды два.-С.-П.: «Питер», 2006. – 256 с.