



Уральский федеральный университет

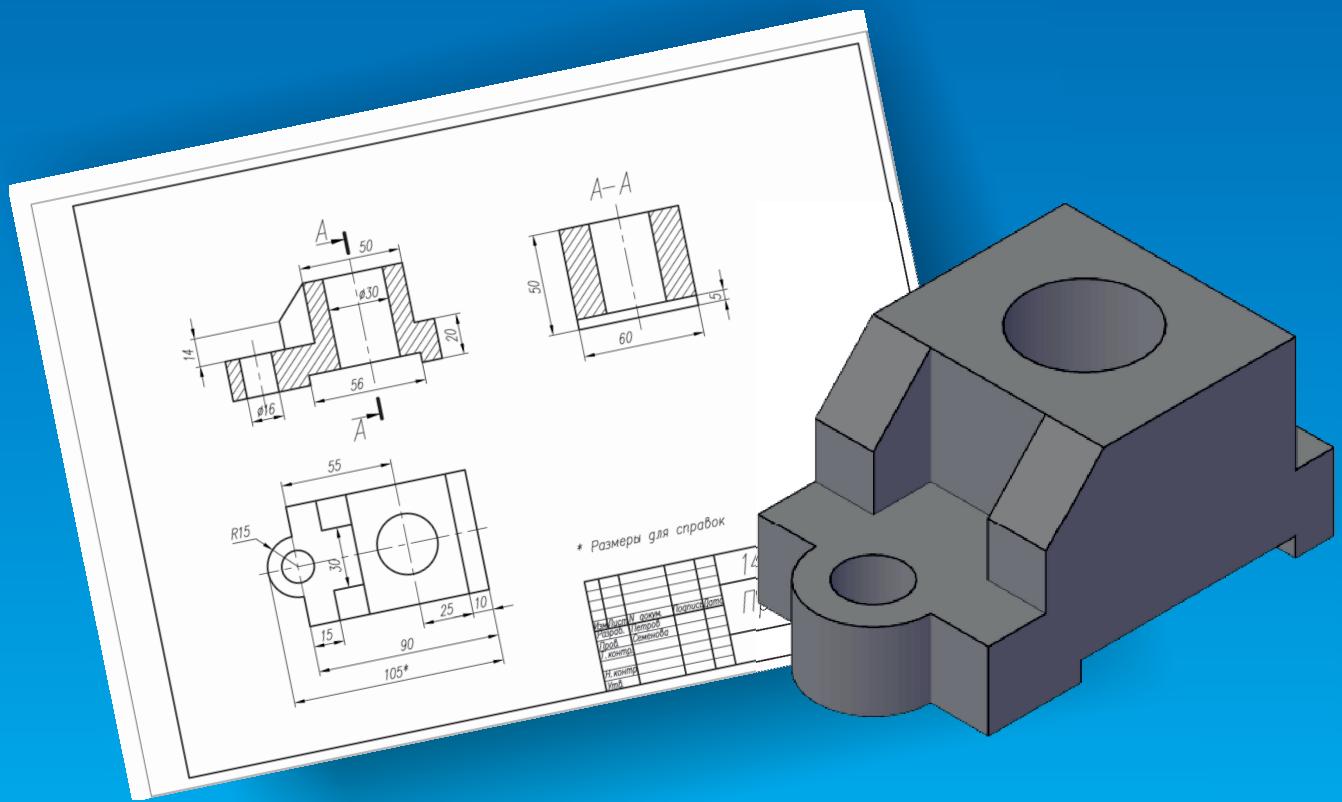
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Институт фундаментального образования

Н. В. СЕМЁНОВА Л. Ю. СТРИГАНОВА

ОСНОВЫ РАБОТЫ В AUTOCAD

Практикум



Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Н. В. Семёнова
Л. Ю. Стриганова

ОСНОВЫ РАБОТЫ В AUTOCAD

Практикум

Под общей редакцией кандидата технических наук Н. В. Семёновой

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза, обучающихся
по радиотехническим направлениям подготовки
по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика»

Екатеринбург
УрФУ
2017

УДК 004.896(076.5)
ББК 30.2-5-05я73-5
С30

Рецензенты:

завкафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» УрГУПС д-р техн. наук, проф. *Д. Г. Неволин*;
канд. техн. наук, доц. кафедры «Энергетика и транспорт» РГППУ *Н. Г. Новгородова*

Семёнова, Н. В.

С30 Основы работы в AutoCAD : практикум / Н. В. Семёнова, Л. Ю. Стриганова ; под общ. ред. канд. техн. наук Н. В. Семёновой.— Екатеринбург : УрФУ, 2017.— 96 с.
ISBN 978-5-321-02548-2

Практикум по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика» соответствует программе одноименного курса, содержит необходимый материал для освоения раздела «Компьютерная графика», а также подробные рекомендации к выполнению графических работ. Представлены индивидуальные варианты заданий и рекомендуемая литература.

Библиогр.: 6 назв. Рис. 185. Табл. 2. Прил. 9.

УДК 004.896(076.5)
ББК 30.2-5-05я73-5

Введение

Графическая подготовка специалиста и бакалавра в вузе основана на проектной деятельности, умении выполнять различные эскизы, схемы, чертежи. Целью этой подготовки является формирование личности, владеющей основными приемами обработки и представления данных в области информационных технологий и навыками проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности.

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» посвящена изучению современного инженерного программного обеспечения, особенностей организации материала в пакетах прикладных программ, приобретению умения практического использования программного обеспечения для выполнения проектно-конструкторских и исследовательских работ.

Целью практикума является создание навыков работы с системами автоматизированного проектирования, ознакомление с конкретным программным пакетом.

В процессе выполнения индивидуальных заданий перед студентами ставятся следующие задачи:

- ◊ освоить понятия: вид, простой разрез, местный разрез, сечение, аксонометрическая проекция;
- ◊ уметь читать и выполнять чертежи деталей.

Самостоятельное последовательное выполнение заданий, приведенных в практикуме, позволит студентам:

- ◊ научиться создавать 3D-модели отдельных геометрических объектов и деталей в целом;
- ◊ разрабатывать на их основе ортогональные чертежи в соответствии с ГОСТами ЕСКД.

Студенты выполняют по своему номеру варианта графическую работу в САПР AutoCAD «3D-модель. Построение ортогонального чертежа по 3D-модели». В связи с этим мы акцентируем внимание только на содержании данной работы и не рассматриваем многие другие возможности САПР AutoCAD.

Пособие рекомендуется использовать при изучении курса «Компьютерная и инженерная графика» на лабораторном практикуме с применением САПР AutoCAD, а также в курсовом проектировании.

1. Общие сведения о работе в AutoCAD

Как и во многих графических программах, запуск системы AutoCAD может выполняться двумя способами: при помощи ярлыка на рабочем столе либо через кнопку Пуск → Программы → Autodesk → AutoCAD 3D (любой версии, начиная с 13-й). Сразу перед вами открывается вид рабочего окна AutoCAD 3D (рис. 1).

Сразу перед вами открывается вид рабочего окна AutoCAD 3D (рис. 1).

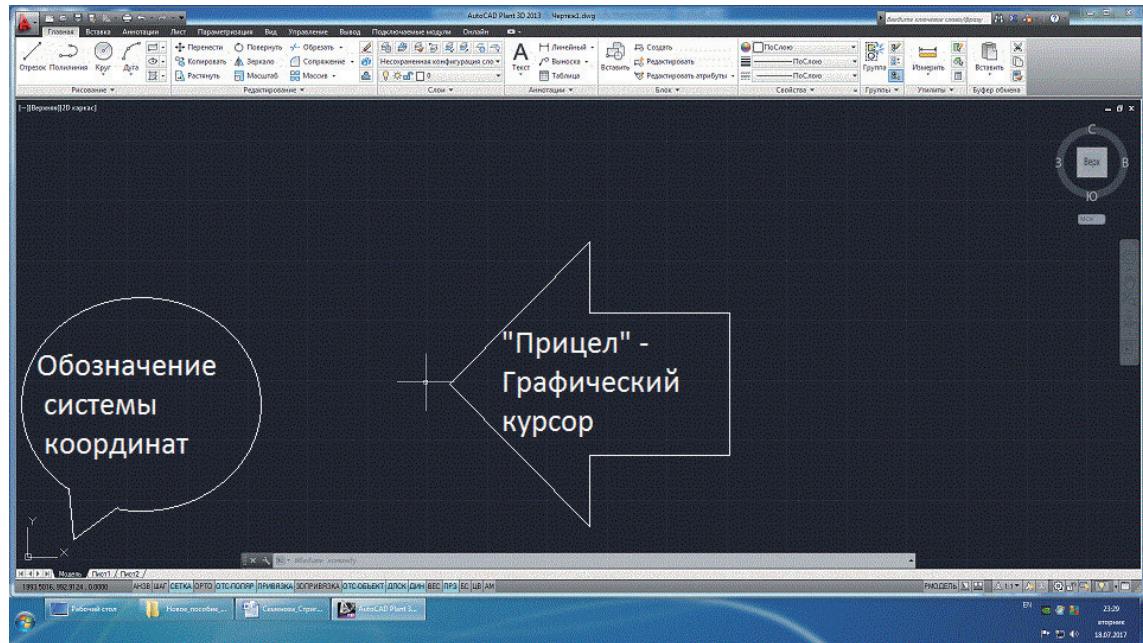


Рис. 1. Стандартный вид рабочего окна AutoCAD 3D

По умолчанию открывается *рабочее пространство чертежа* черного цвета, в левом углу — обозначение *системы координат* с началом в точке 0,0, на рабочем пространстве — перекрестье *графического курсора*, который показывает положение перемещающейся мыши на чертеже. Стандартный вид рабочего окна называется интерфейсом.

1.1. Настройки интерфейса

Можно работать при любом цвете окна, но рекомендуется применять белый, который меньше напрягает глаза при работе. Для настройки зоны чертежа белого цвета выполним следующие действия (табл. 1).

Таблица 1

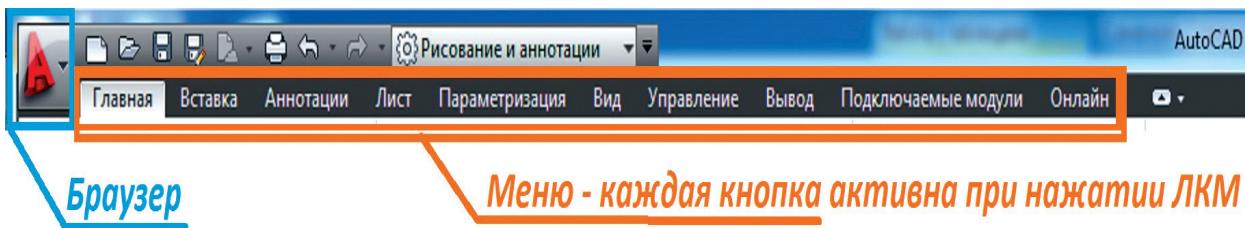
Настройка рабочего пространства «Рисование и аннотации»

№ действия	Описание действия	Изображение действия
1	Из контекстного меню выбрать Рисование и аннотации . На свободном поле чертежа щелкнуть правой кнопкой мыши (ПКМ)	
2	Из появившегося контекстного меню выбрать Настройка . Откроется окно настроек	
3	В окне настроек убрать галочку « Границы области печати ». Выполнить нажатием левой кнопки мыши (ЛКМ) выбор цвета экрана	

Окончание табл. 1

№ действия	Описание действия	Изображение действия
4	В открывшемся окне — Цветовая гамма окна чертежа — раскрыть контекстное меню и выбрать белый цвет. Завершить команду нажатием кнопки Принять	

После выполнения описанных действий поле рабочего пространства чертежа должно стать белым в мелкую сетку. Для выбора команд в **Рисовании и аннотациях** используется стандартное **Меню** (рис. 2).

Рис. 2. Меню рабочего пространства **Рисование и аннотации**

При создании объектов используют различные **панели инструментов** (рис. 3), с которыми мы будем знакомиться по мере их необходимости при построении объектов пространства или чертежа.

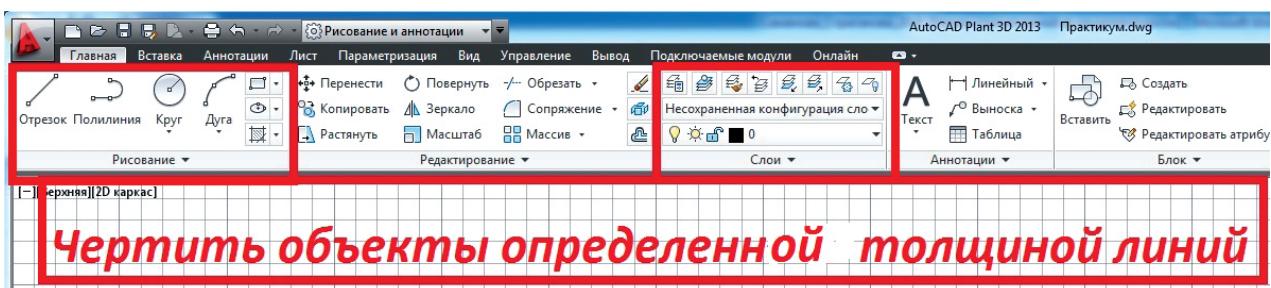


Рис. 3. Лента панели инструментов

С целью ведения диалога используется **Окно команд** AutoCAD (рис. 4), в котором отображаются запросы и сообщения для пользователя. В окне можно увидеть историю создания объекта и расширить строки. Обычно используют три-четыре строки.

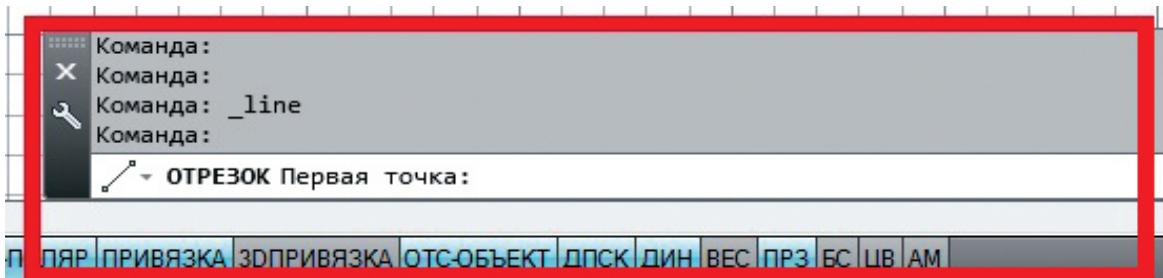
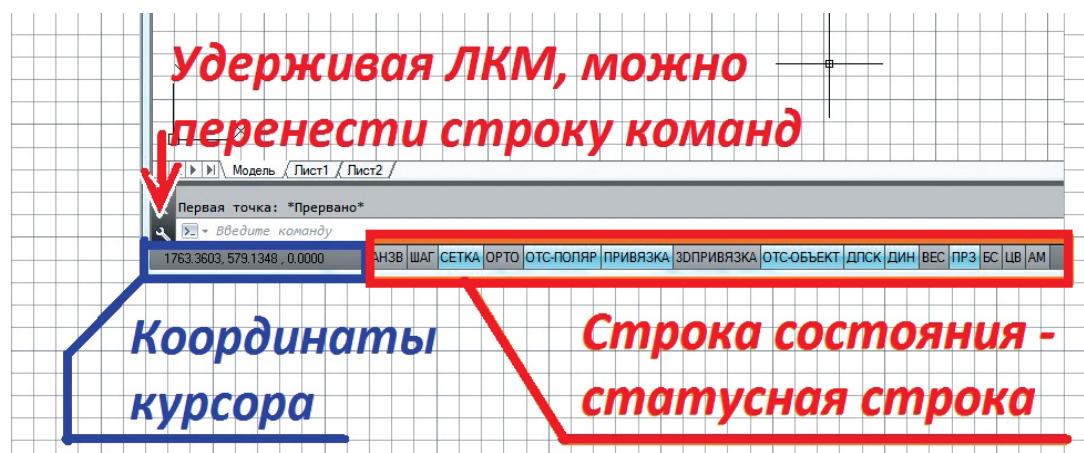


Рис. 4. Окно команд

По умолчанию в AutoCAD (см. рис. 4) *Окно команд* располагается перед строкой состояния, на рабочем пространстве чертежа. При построении деталей это не всегда удобно. Рекомендуем перенести командную строку после вкладки *Модель*, *Лист 1*, *Лист 2* (рис. 5), перед строкой состояния.

Рис. 5. Перемещение *Окна команд*

Строка состояния или статусная строка является важным элементом настройки рабочего пространства.

1.2. Страна состояния

Страна состояния содержит:

- ◊ отображение координат графического курсора;
- ◊ кнопки включения/выключения шага и сетки рабочего пространства;
- ◊ кнопку настройки ортогонального, прямоугольного черчения;
- ◊ кнопки настройки отслеживания и привязок курсора (рис. 6).

Страна состояния может содержать активные и пассивные кнопки. Если функция активна, то кнопка подсвечивается (см. рис. 6 — Сетка). Вызовем контекстное меню (нажатием ПКМ по любой кнопке строки) и выполним настройки для черчения. В выпадающем списке найдем *Настстройка* и ЛКМ вызовем окно настройки *Режимов рисования* (рис. 7).

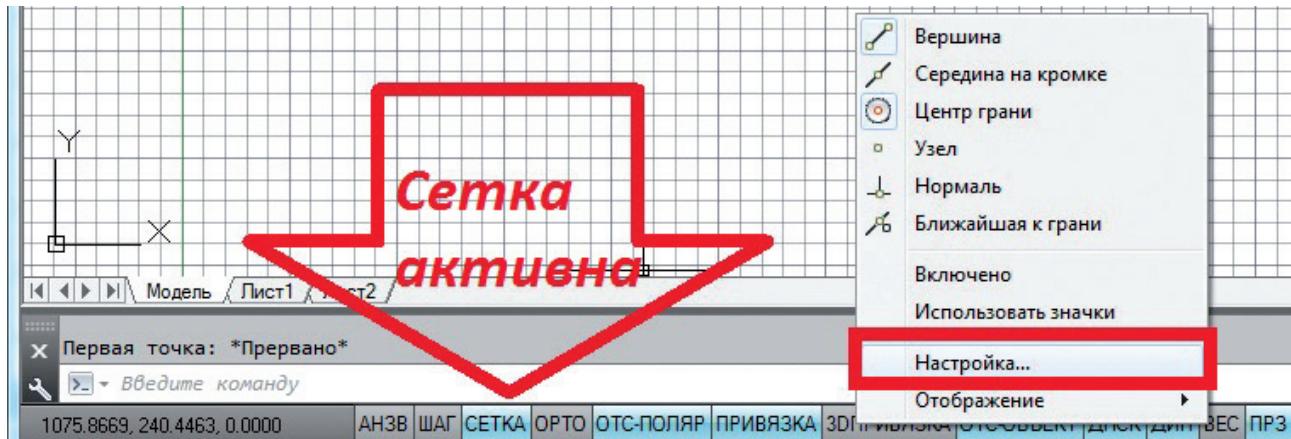


Рис. 6. Страна состояния

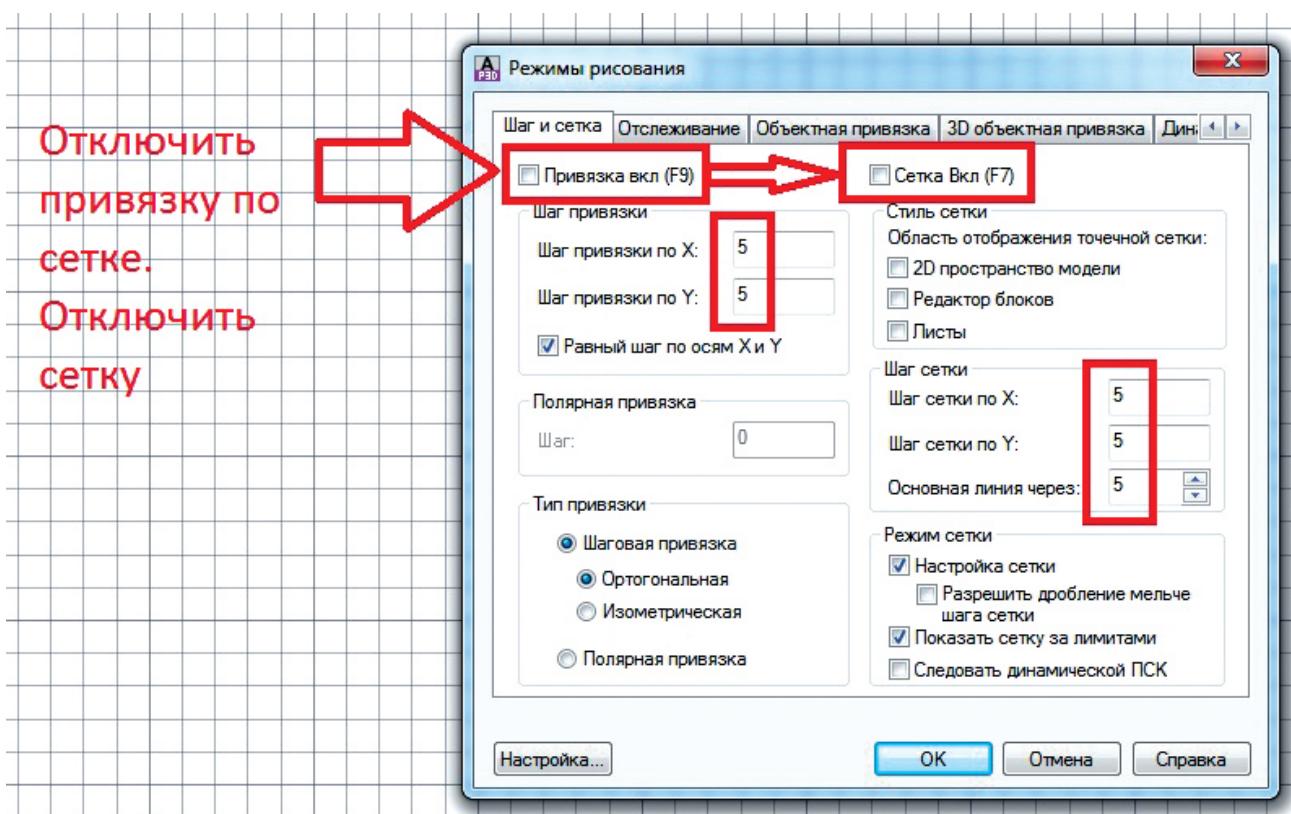


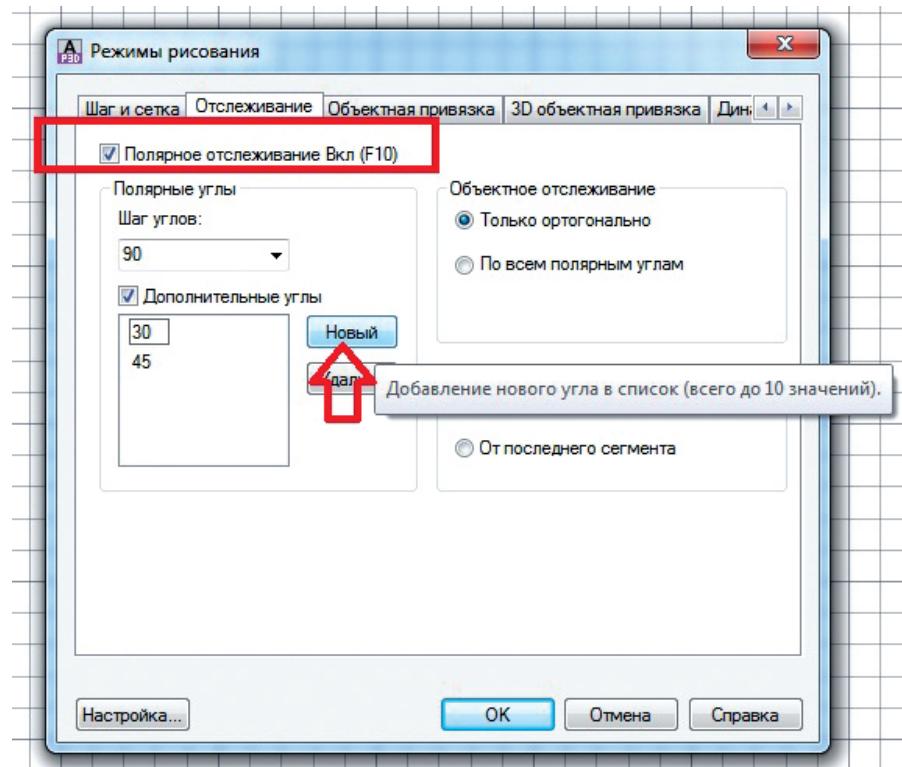
Рис. 7. Окно Режимы рисования

Проставим шаг привязки и шаг сетки по 5 мм, отключим сетку и привязку по сетке. Это даст нам возможность уменьшить размер ячеек сетки и не привязываться к ячейке при дискретном перемещении курсора.

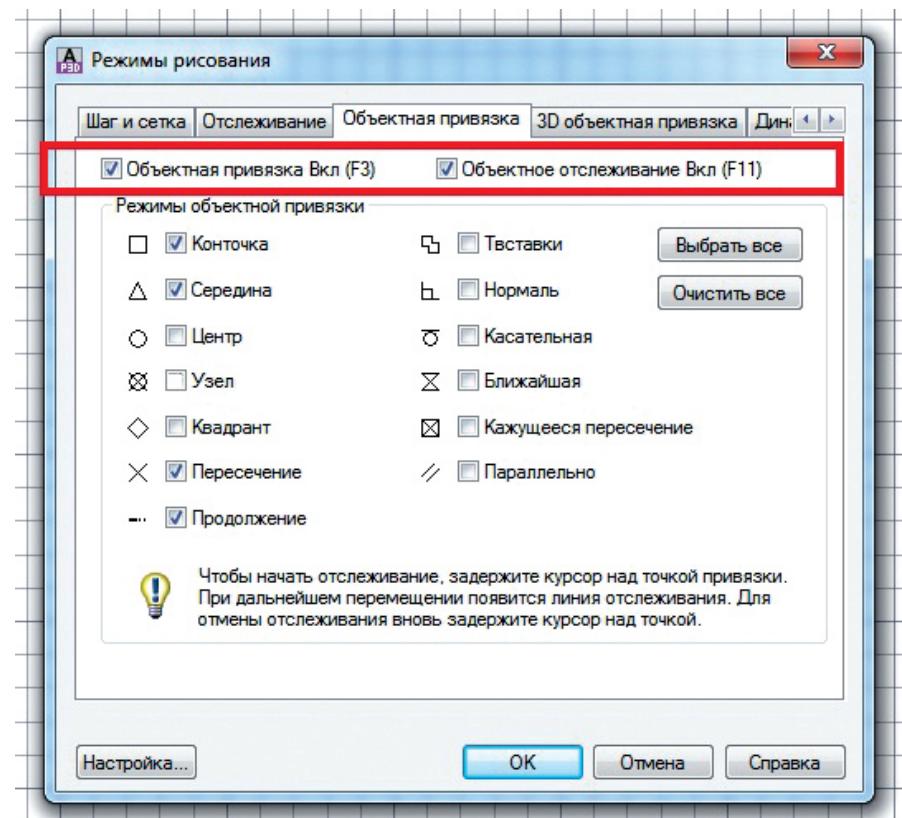
В этом же окне активизируем следующую вкладку — *Отслеживание*, которая позволяет настроить основные и дополнительные углы, а также выбирать начало отсчета угла (рис. 8).

При ортогональном черчении полярные углы должны быть 90° , для добавления угла нужно ЛКМ нажать *Новый* и ввести его численное значение (см. рис. 8), например 45° или 30° .

Чтобы курсор автоматически привязывался к нужной точке на чертеже на протяжении всего сеанса работы в AutoCAD, применяют объектные привязки.

Рис. 8. Окно *Отслеживание*

Активизируем вкладку **Объектная привязка** и выполним настройки: включим **Объектная привязка**, **Объектное отслеживание** (рис. 9).

Рис. 9. Окно *Объектная привязка*

Для работы нам понадобятся привязки: **Конточка**, **Середина**, **Пересечение**, **Продолжение** (см. рис. 9). Все привязки можно активизировать и отключать по мере их необходимости. Остальные режимы рисования мы пока не рассматриваем.

1.3. Построение в пространстве модели и пространства листов

В пространстве модели формируются модели объектов как при двумерном, так и при трехмерном моделировании. В AutoCAD возможно создавать трехмерные объекты **только в пространстве модели**. Ярлык вкладки **Модель** находится в нижней части рабочего поля (рис. 10).

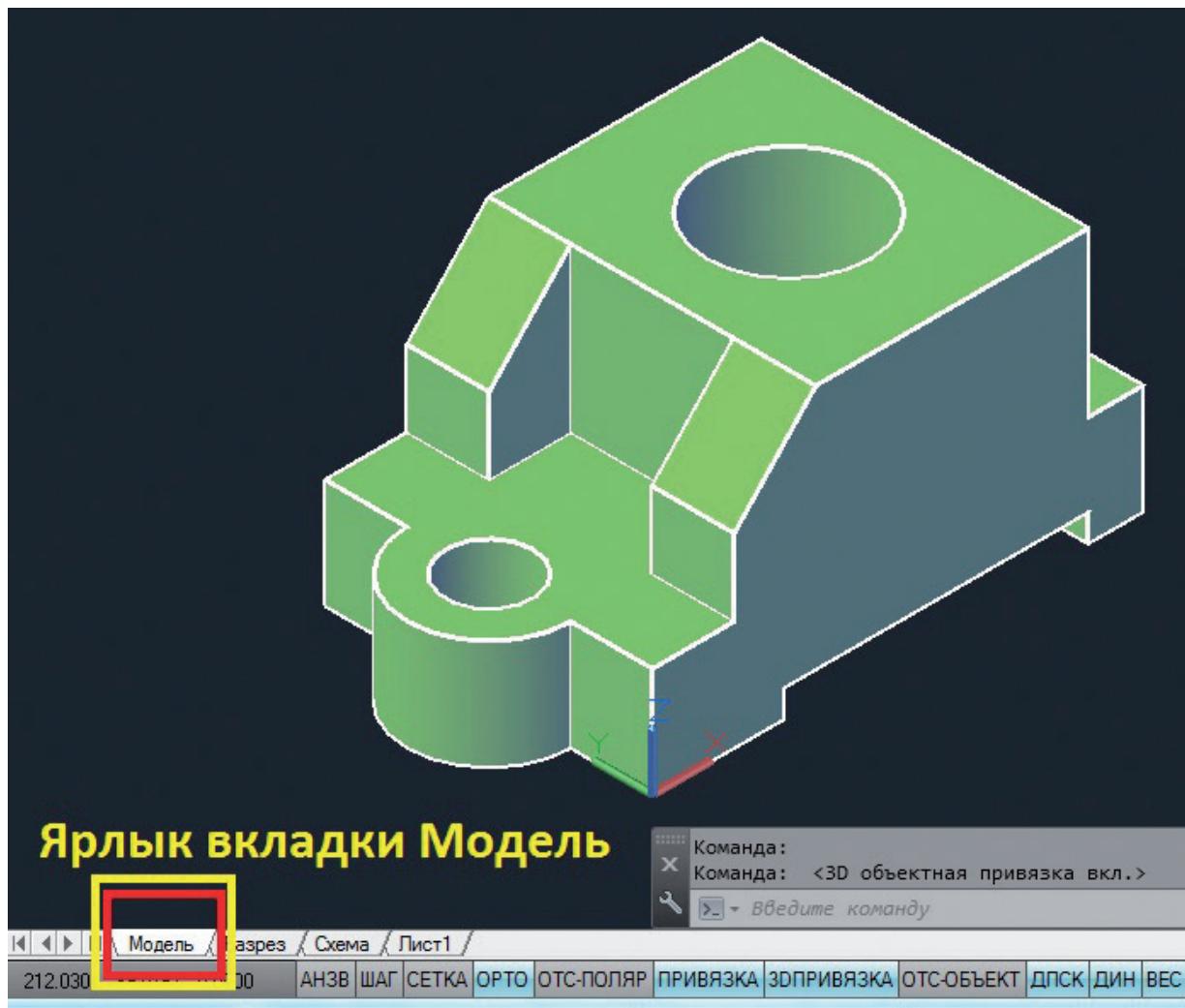


Рис. 10. Построение в пространстве модели

При подготовке чертежа для вывода на печать можно использовать вкладки **Лист 1**, **Лист 2** (см. рис. 10). Листы можно переименовывать и создавать несколько новых листов с разными названиями.

Пространство листа предназначено для получения чертежей изделий, разработанных автоматизированным путем по трехмерной модели. Лист чертежа должен иметь стандарт-

ные размеры (прил. 1), должен быть оформлен основной надписью (прил. 2) со стандартным типом шрифтов. На одном листе может располагаться несколько объектов в разных стандартных масштабах (прил. 4).

Рассмотрим, как формируется пространство листа (рис. 11, 12).

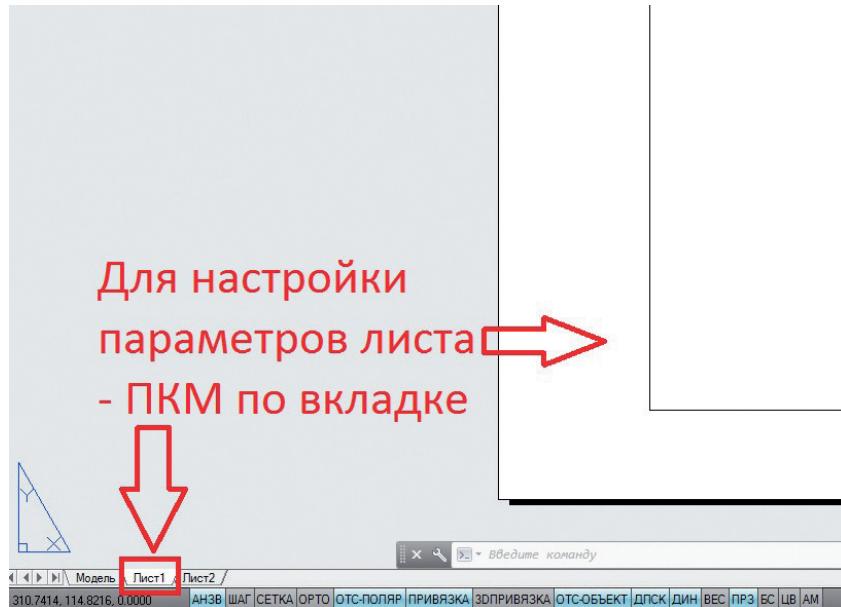


Рис. 11. Вкладка *Лист*

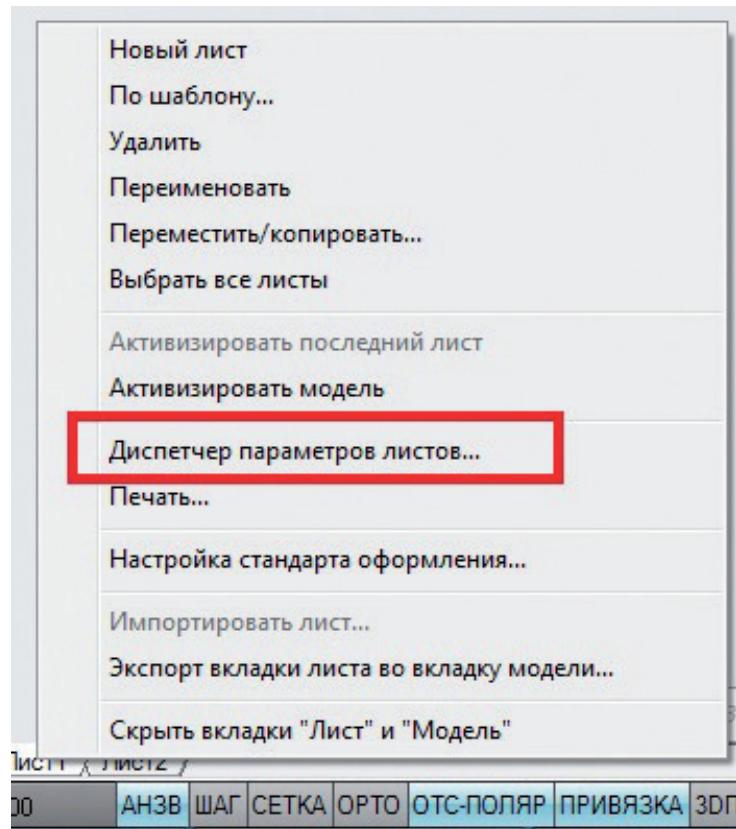


Рис. 12. Выпадающее меню выбора действий с листами

При нажатии ПКМ по вкладке *Лист 1* открывается выпадающее меню, из которого выбираем *Диспетчер параметров листов* (рис. 13).

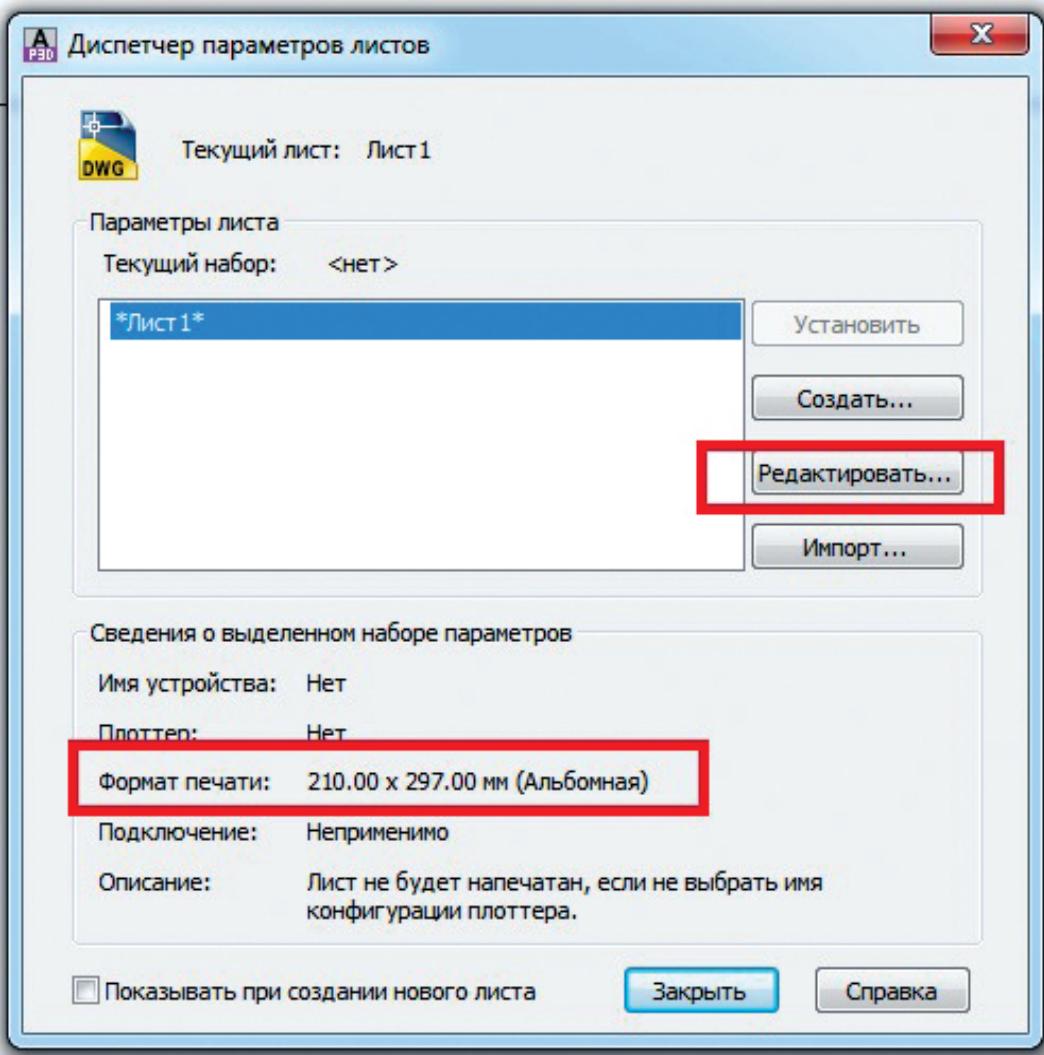


Рис. 13. Диспетчер параметров листов

В программе по умолчанию открывается формат А4 альбомной ориентации, на котором по ГОСТ 2.301–68 (см. прил. 1, 2) **никогда** не выполняются чертежи изделий и текстовые документы.

Для редактирования листа — ЛКМ по надписи *Редактировать*, открывается вкладка редактирования листа (рис. 14).

Для выполнения работы «3D-модель. Построение ортогонального чертежа по 3D-модели» нам нужно установить формат А3 *Альбомной* ориентации, затем вкладку *Лист 1* переименуем — Разрез.

Сохраним созданный формат листа в папке группы с фамилией автора. *Не забывайте сохранять вашу работу каждые 10–15 минут*. Возможны перебои в работе компьютера. Жаль все начинать сначала.

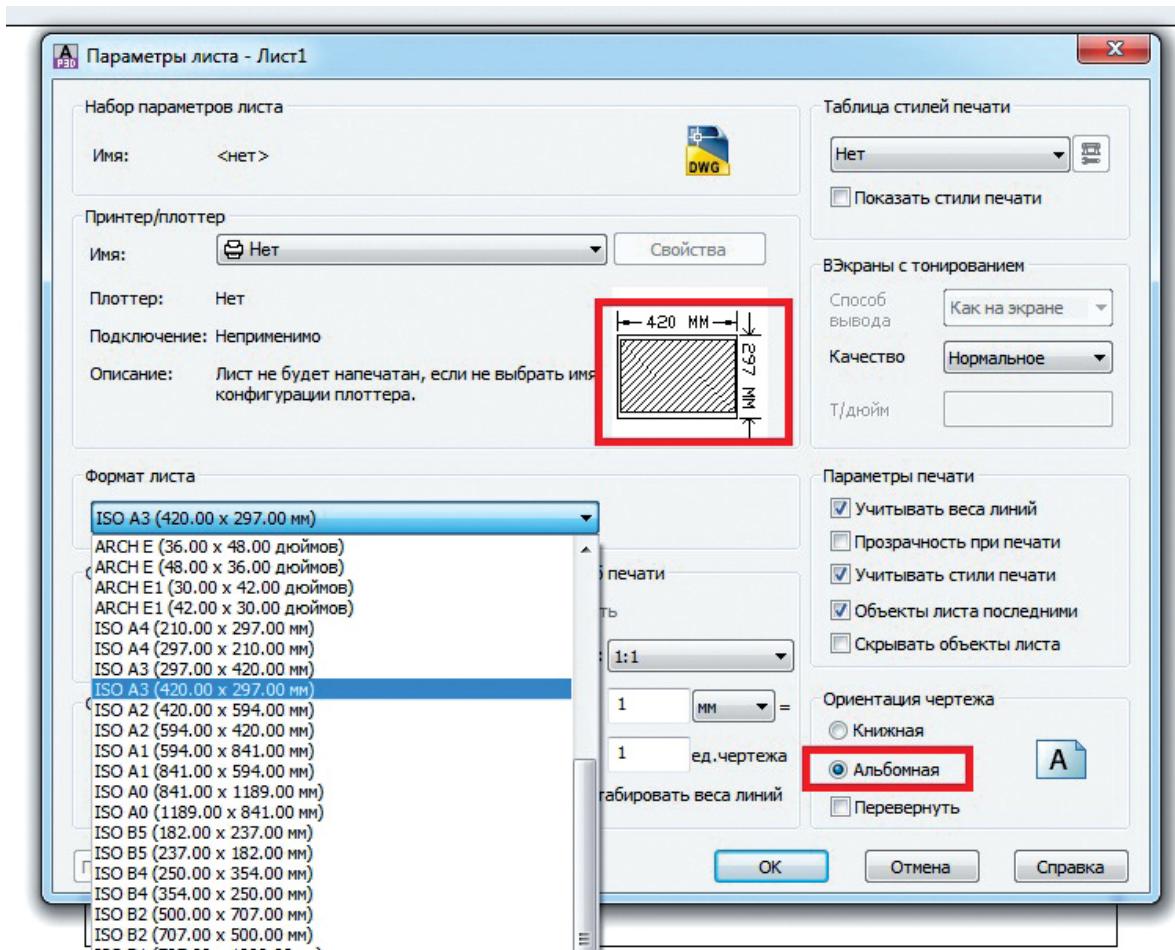


Рис. 14. Редактирование параметров листа

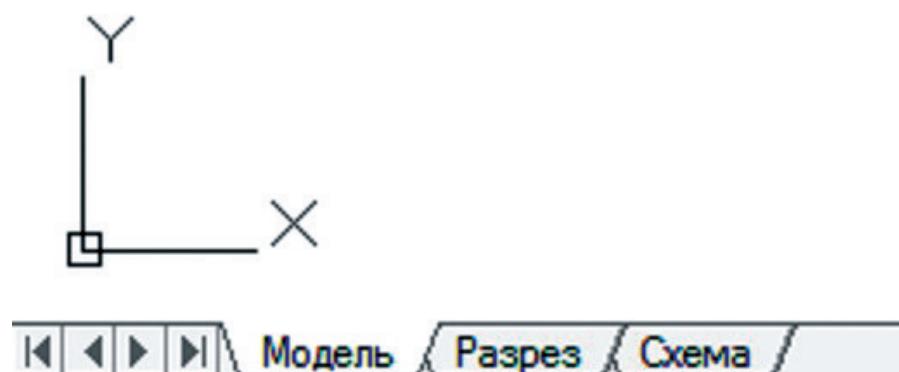


Рис. 15. Результат создания и переименования листов

После выполнения всех настроек рабочего пространства перейдем на вкладку **Модель** и выполним основную надпись чертежа по установленным размерам (см. прил. 1).

2. Основы 2D-чертежения в AutoCAD

Для решения графических задач на плоскости используют панели инструментов (Рисование, Редактирование, Слои, Аннотации и т. д.), которые находятся на линейке, под строкой **Меню** (см. рис. 3).

При изображении **графических примитивов** в черчении применяют различные типы линий (прил. 5), которые в AutoCAD создаются в **свойствах слоя**. У каждого примитива может быть свой слой и соответствующие свойства: **цвет**, **тип линии**, толщина (**вес**) линии, **стили печати** (выводить на печать или запретить печать). Создадим необходимое для черчения количество слоев работы (рис. 16).

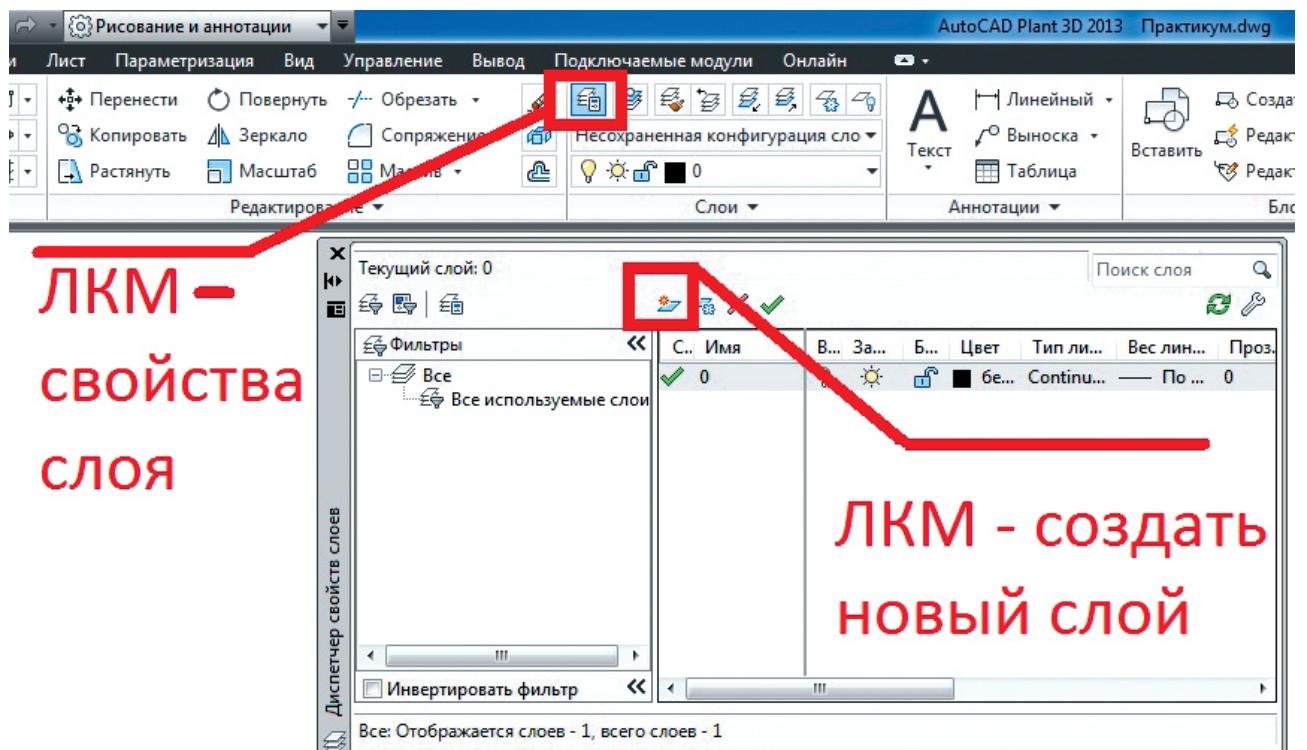


Рис. 16. Создание слоев

Для построения формата листа с основной надписью нам будут необходимы следующие слои:

- ◊ основная → темно-синий → Continuous, вес → 0,70 мм;
- ◊ тонкая → темно-зеленый → Continuous, вес → 0,35 мм (рис. 17, 18).

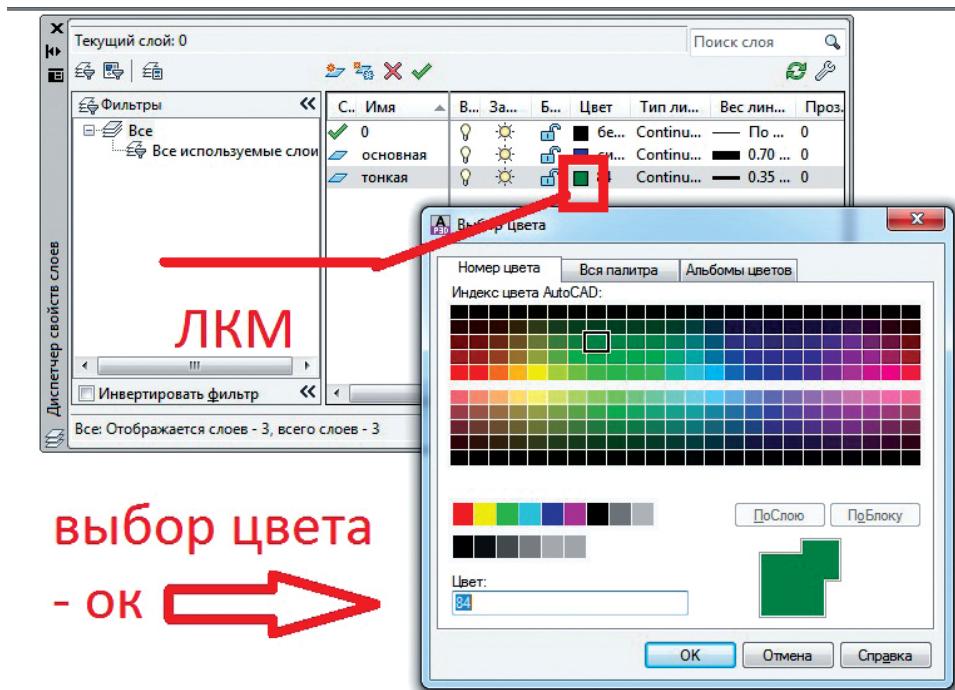


Рис. 17. Выбор цвета линии

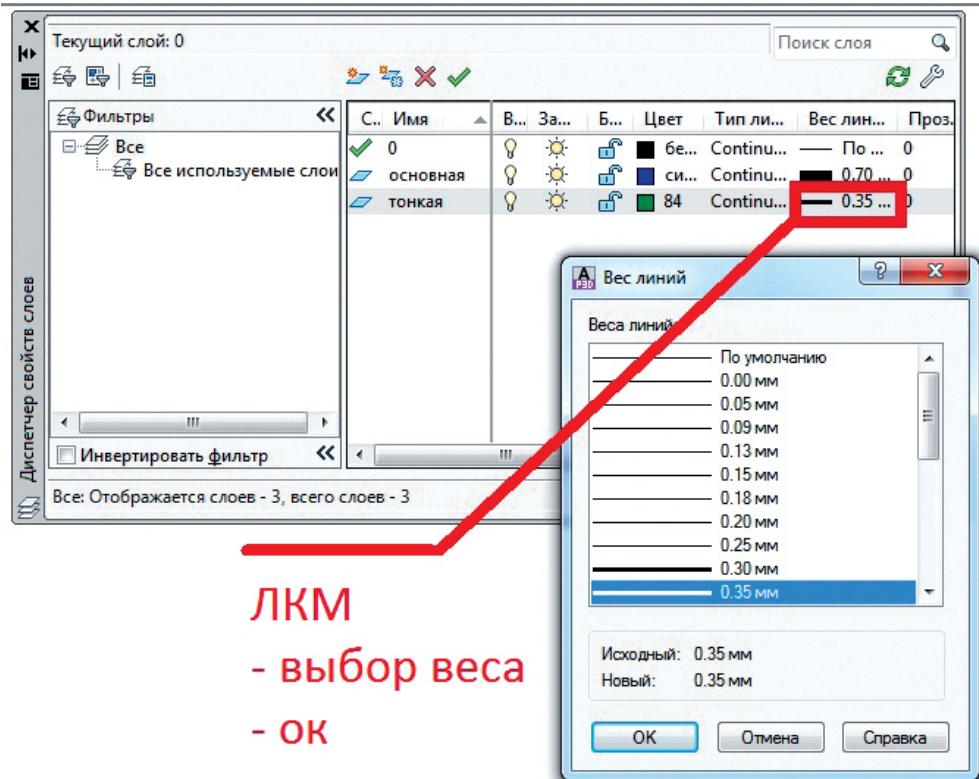


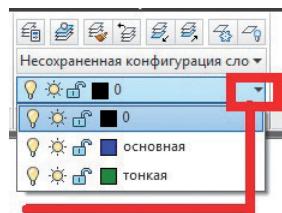
Рис. 18. Выбор веса линии

По мере необходимости мы будем создавать другие слои подобным образом. Сейчас перейдем к панели рисования, в которой находятся геометрические примитивы для построения формата.

2.1. Создание формата листа

При построении любого геометрического примитива необходимо обращаться к кнопке, которая вызывает ту или иную команду. При этом в командной строке отображаются действия, которые необходимо выбрать. Любой выбор завершается командой **Enter ↴** (в дальнейшем будем использовать только знак ↴).

Формат А3 (420×297 мм) не имеет внешнего контура листа, поэтому в нулевом слое, который не выводится на печать (рис. 19), нарисуем прямоугольник, выбрав его на панели **Рисование** (рис. 20).



ЛКМ - выбор
любого слоя

Рис. 19. Выбор слоя

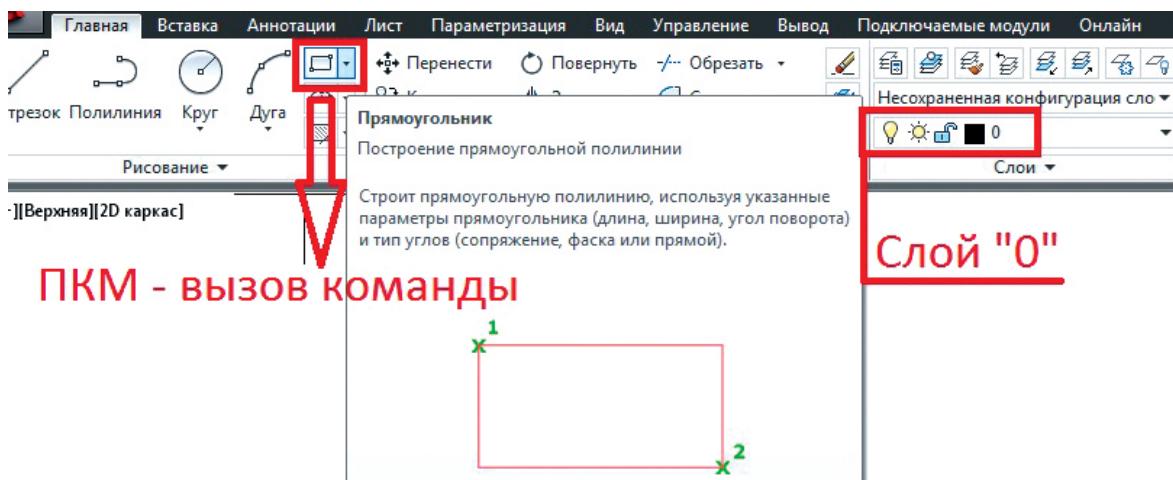


Рис. 20. Кнопка геометрического примитива *Прямоугольник*

Внимательно посмотрим командную строку (рис. 21), ЛКМ выберем ширину и введем числовое значение $420 \downarrow$, высоту — $420 \downarrow$.

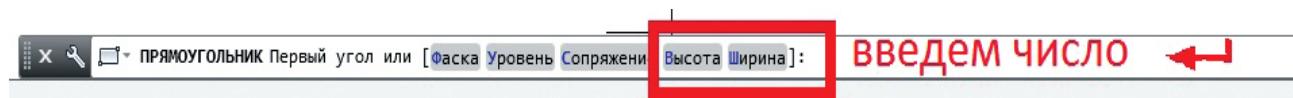


Рис. 21. Командная строка *Прямоугольник*

Можно нарисовать прямоугольник линиями. В этом случае используют прием **направление — расстояние**. Вызовем команду *Отрезок*, введем координаты первой точки 0,0 ↴.

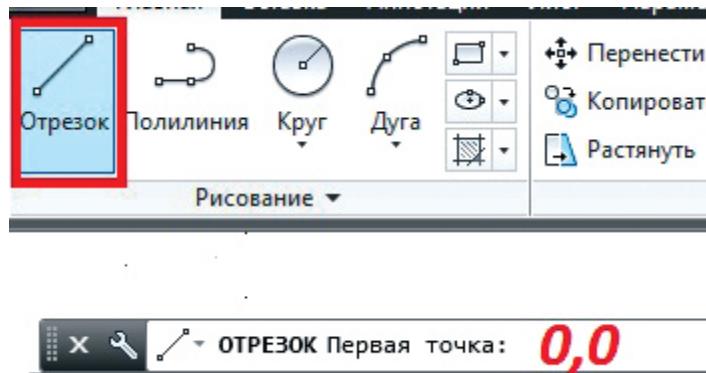


Рис. 22. Командная строка примитива *Отрезок*

В рабочем пространстве появится привязка первой точки отрезка к началу координат 0,0. Мышкой покажем направление отрезка вправо, появится длинный трассер с углом наклона 0° (рис. 23). Введем координаты второй точки 420 мм ↴.

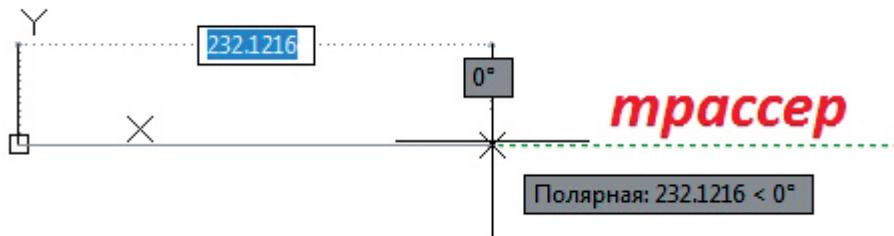


Рис. 23. Привязка отрезка к началу координат

Для создания прямоугольника покажем мышкой направление вертикально вверх (рис. 24), чтобы трассер (отслеживание угла) показал 90°, введем числовое значение 297 мм ↴.

При построении двух других сторон прямоугольника подведем мышку к началу координат (не щелкнув ЛКМ), выровняем стороны по вертикали и горизонтали.

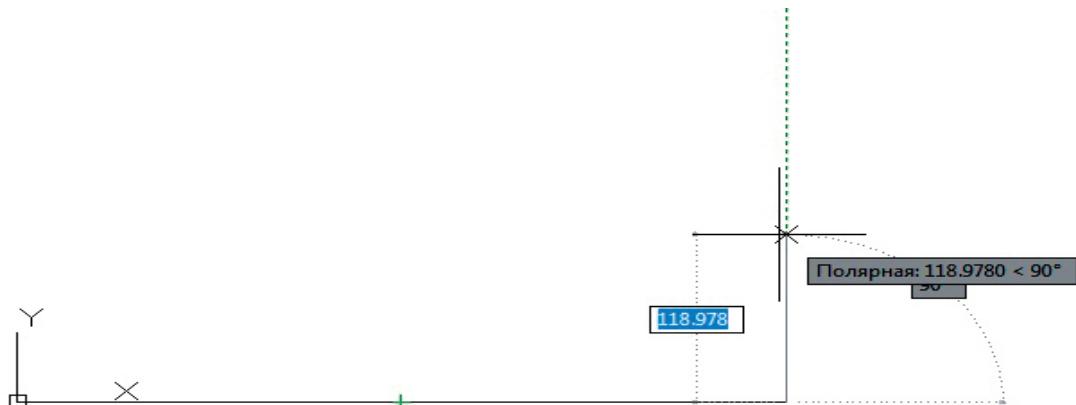


Рис. 24. Отслеживание вверх

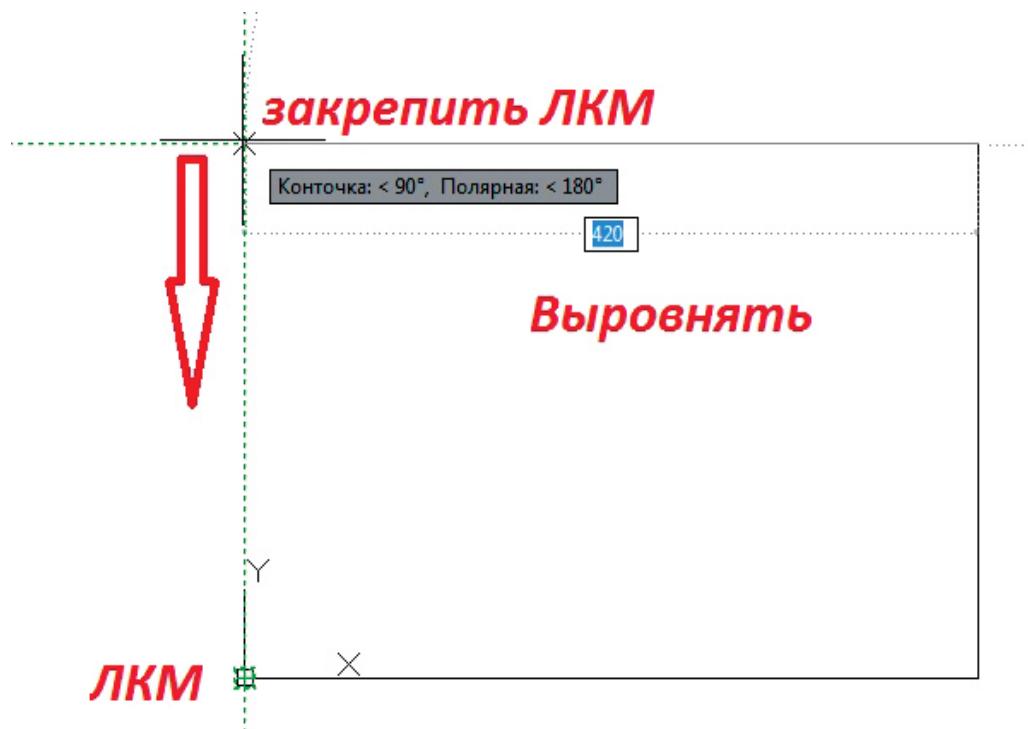
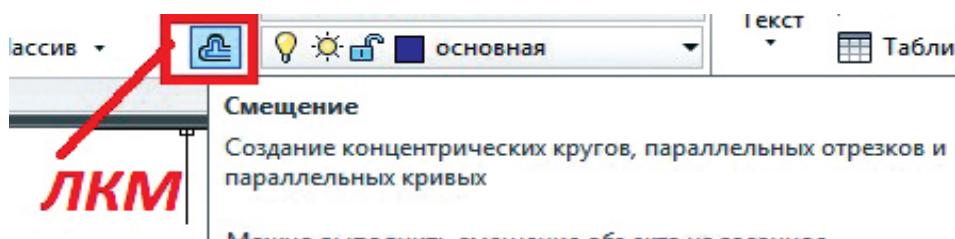


Рис. 25. Выравнивание сторон прямоугольника

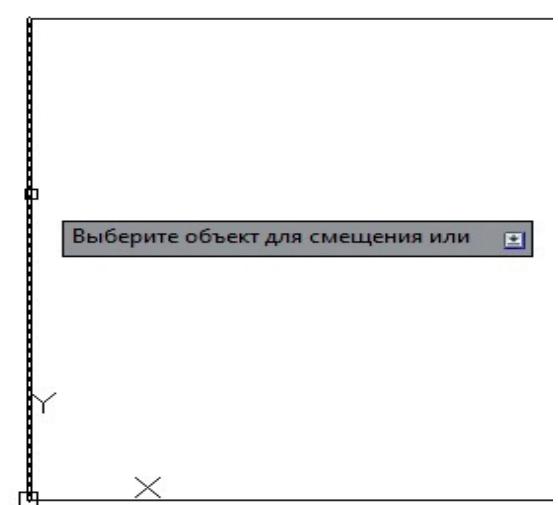
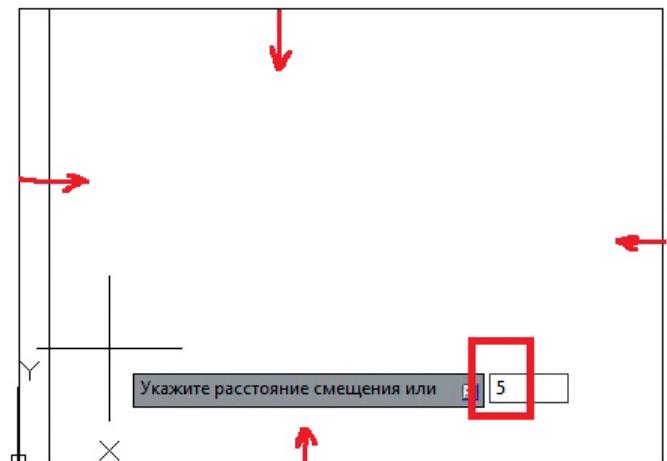
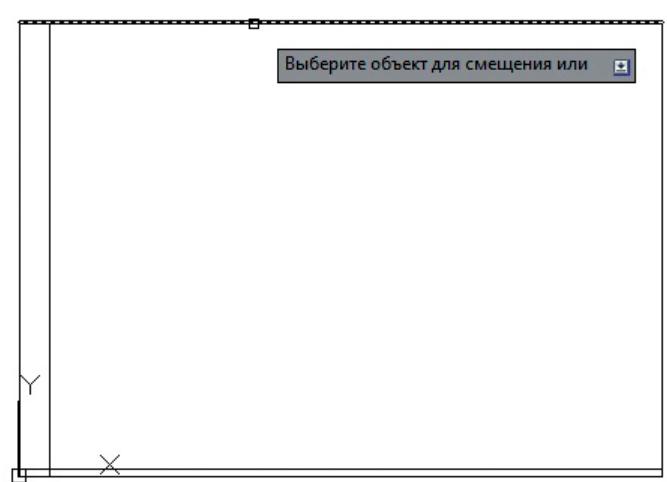
Рамка чертежа формата А3 *Альбомной* ориентации будет иметь размеры 395 × 287 мм (см. прил. 2). Обратимся к панели **Редактировать** → **Смещение** (рис. 26). В командной строке (рис. 27) установим расстояние 20 мм.

Рис. 26. Кнопка *Смещение*Рис. 27. Командная строка кнопки *Смещение* (*Подобие*)

Далее будем активно использовать клавишу *Enter* (табл. 2). При использовании одной и той же команды несколько раз эта клавиша позволяет завершить команду и, при повторном ее нажатии, войти в ту же команду.

Таблица 2

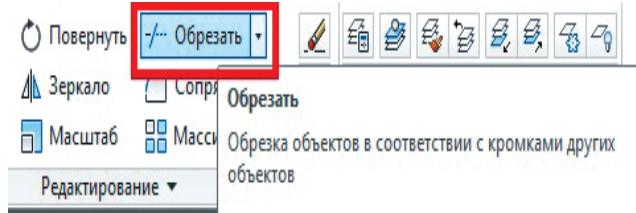
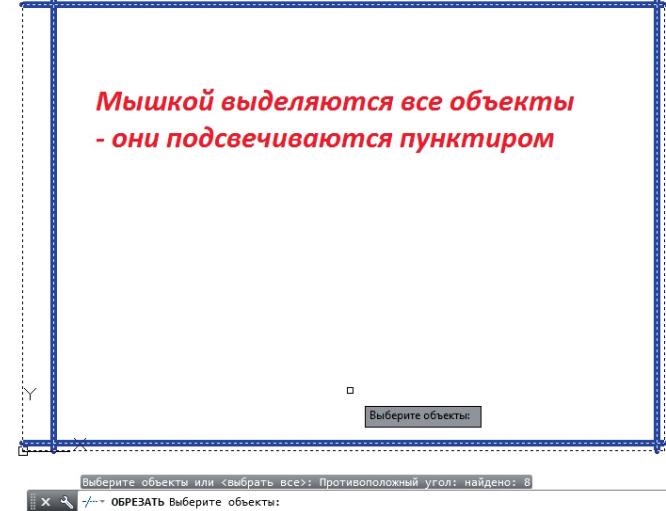
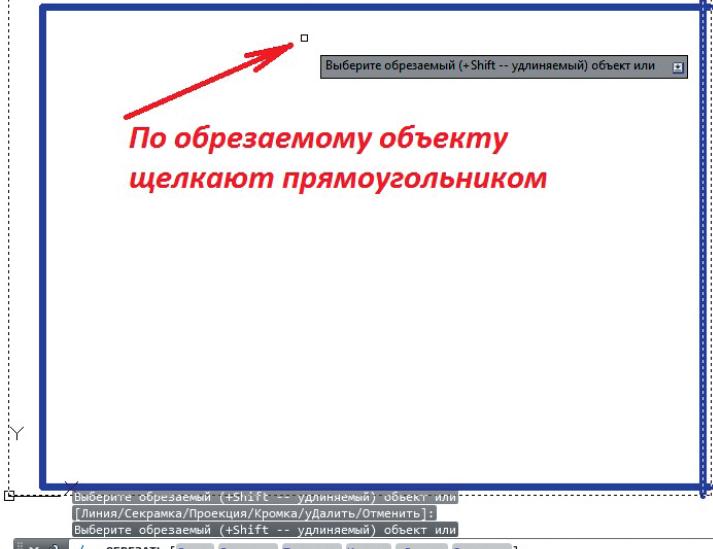
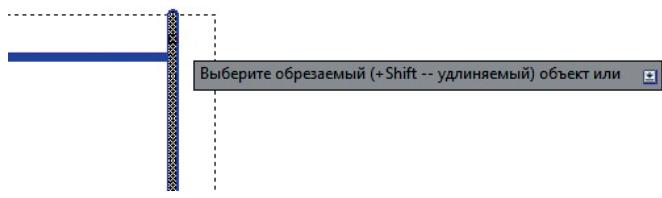
Последовательность создания формата

№ действия	Описание действия	Изображение
1	ЛКМ укажем левую сторону прямоугольника, она подсветится. Укажем направление смещения: внутрь — вправо	
2	При нажатии ↘ появится линия справа на расстоянии 20 мм. Вход в команду ↘. Меняем расстояние смещения на 5	
3	Указываем мышкой другие стороны для смещения внутрь прямоугольника на 5 мм	

Продолжение табл. 2

№ действия	Описание действия	Изображение
4	Получаем формат с одним типом линий в нулевом слое, который не выводится на печать. Отредактируем типы линий в слоях	
5	Укажем мышкой внутреннюю рамку прямоугольника: все стороны должны отразиться ручками — синими прямоугольниками. Установим слой основная ↴. Клавиша Esc — снять выделение ручек	
6	Получим рамку чертежа, выполненную основной линией. Включим в строке состояния ВЕС , увидим различную толщину линий. Отредактируем углы рамки	

Окончание табл. 2

№ действия	Описание действия	Изображение
7	Обратимся к кнопке Обрезать на панели Редактирование	 <p>Повернуть Зеркало Масштаб Редактирование Обрезать Обрезка объектов в соответствии с кромками других объектов</p>
8	Щелкнуть ЛКМ по кнопке — в командной строке запрашиваются обрезаемые объекты. Выделяем мышкой все объекты, для завершения команды — Enter	 <p>Выберите объекты или <выбрать все>: Противоположный угол: найдено: 8 x /-/- ОБРЕЗАТЬ Выберите объекты:</p>
9	Обрезаем ненужные отрезки рамки, подведя курсор-прямоугольник к обрезаемому участку	 <p>Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или [Линия/Секретка/Проекция/Кромка/Удалить/Отменить]: Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или [Линия Секретка Проекция Кромка Удалить Отменить]: x /-/- ОБРЕЗАТЬ [Линия Секретка Проекция Кромка Удалить Отменить]:</p>
10	На данном участке показан увеличенный угол обрезаемого участка	 <p>Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или</p>

2.2. Создание основной надписи чертежа

Создадим шаблон основной надписи (см. прил. 2), преобразуем его в блок. Далее готовый шаблон можно будет использовать многократно.

На свободном поле рабочего пространства модели создадим прямоугольник в слое **основная** с размерами основной надписи: 185×55 мм (прил. 2, рис. П.2). Будем использовать приемы черчения, рассмотренные выше (стр. 16–17 данного пособия — **направление — расстояние**). В прямоугольнике имеются вертикальные и горизонтальные линии на определенном расстоянии (см. рис. П.2). Кнопкой **Смещение** построим по размерам вертикальные линии (рис. 28).



Рис. 28. Прямоугольник для основной надписи

Проведем одну горизонтальную тонкую линию, чтобы сместить ее 10 раз на одинаковое расстояние (рис. 29).

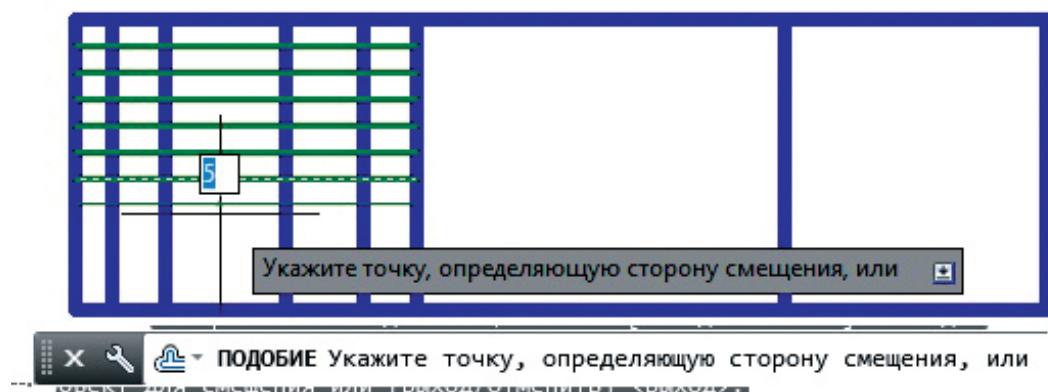


Рис. 29. Тонкие горизонтальные линии

Кнопка **Линия** → привязка к точке основной надписи → отслеживание вертикально вниз → ввод 5 → **Enter** ↴ ЛКМ указать направление вниз ↴ **ЛКМ по вновь созданной тонкой прямой** ↴ снова направление (так 10 раз) → завершить команду **Enter**. Начать новое смещение других линий, справа.

Когда шаблон из линий основной надписи готов, отредактируем его с помощью кнопки **Обрезать**.

Обрезать → выделить все линии основной надписи → **Enter** ↴ указать мышкой все обрезаемые части отрезков → **Enter**.

По стандарту изменим типы линий (рис. 30). Выделим ЛКМ линии 1 и 2 → зайдем в слои (см. рис. 19) и присвоим линиям слой **основная** → **Enter** → снять выделение **Esc** → выделим ЛКМ отрезки 3 и 4 → **тонкая** → **Enter** ↴ **Esc**.

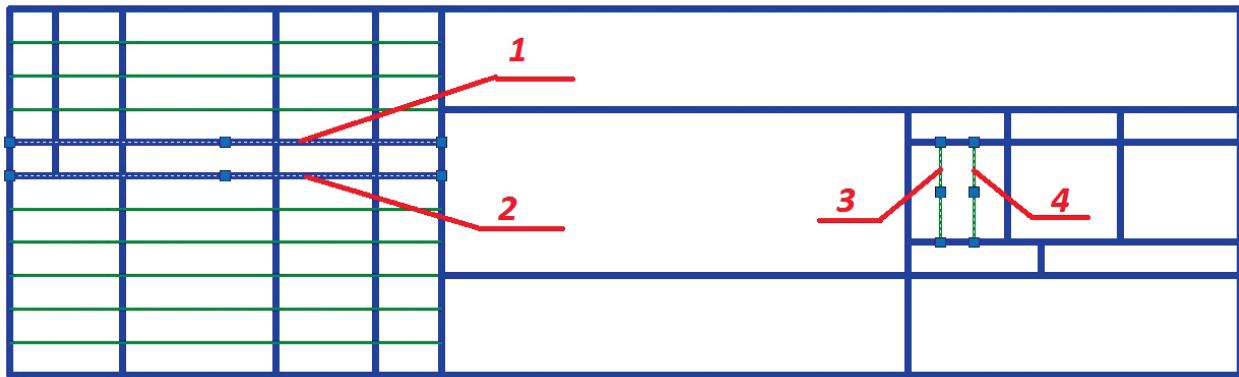


Рис. 30. Изменение типов линий

2.3. Заполнение основной надписи

Чтобы основная надпись заполнялась корректно, отключим в строке состояния **ВЕС**. Создадим текстовый стиль в соответствии с ГОСТ 2.304–68 (прил. 4). Раскроем редактор стилей текста (рис. 32). Для этого (рис. 31) на панели **Меню** раскроем вкладку **Аннотации** и ЛКМ по стрелке в правом нижнем углу вкладки **Текст**.

По умолчанию в программе установлен стиль текста Arial, который не соответствует стандартному начертанию букв и цифр на чертежах. Создадим несколько стилей текста для основной надписи и для простановки размеров на чертеже в дальнейшем.

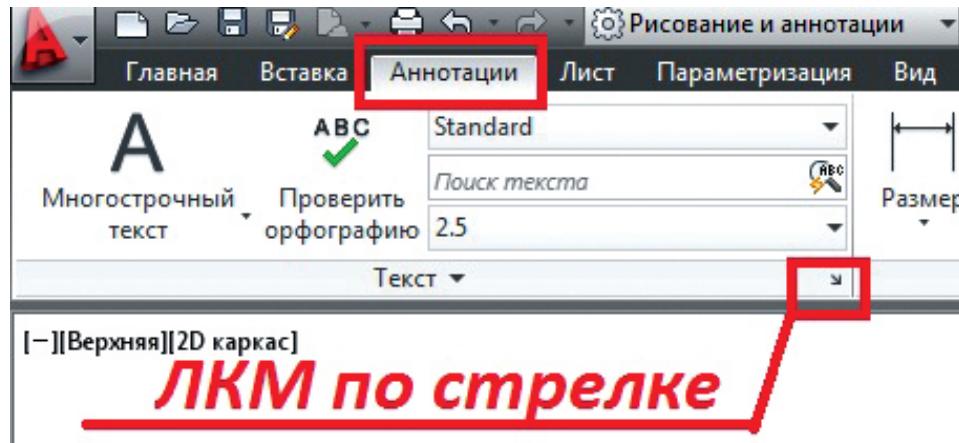
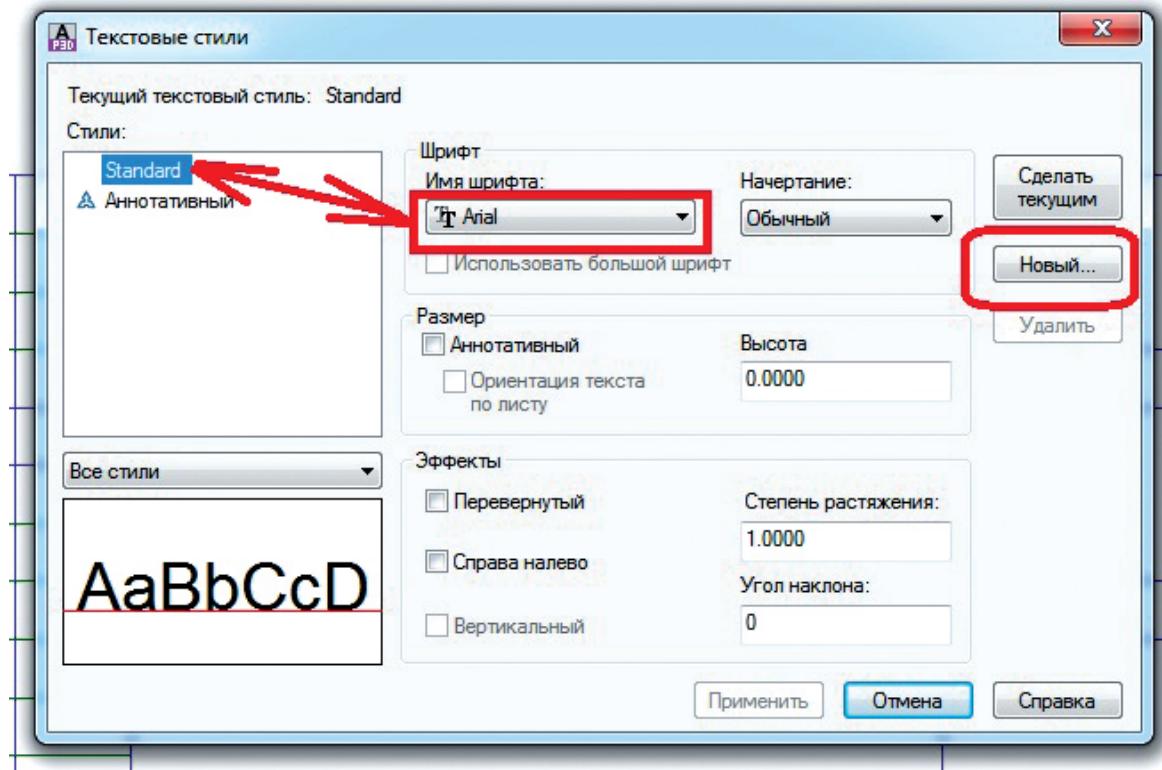
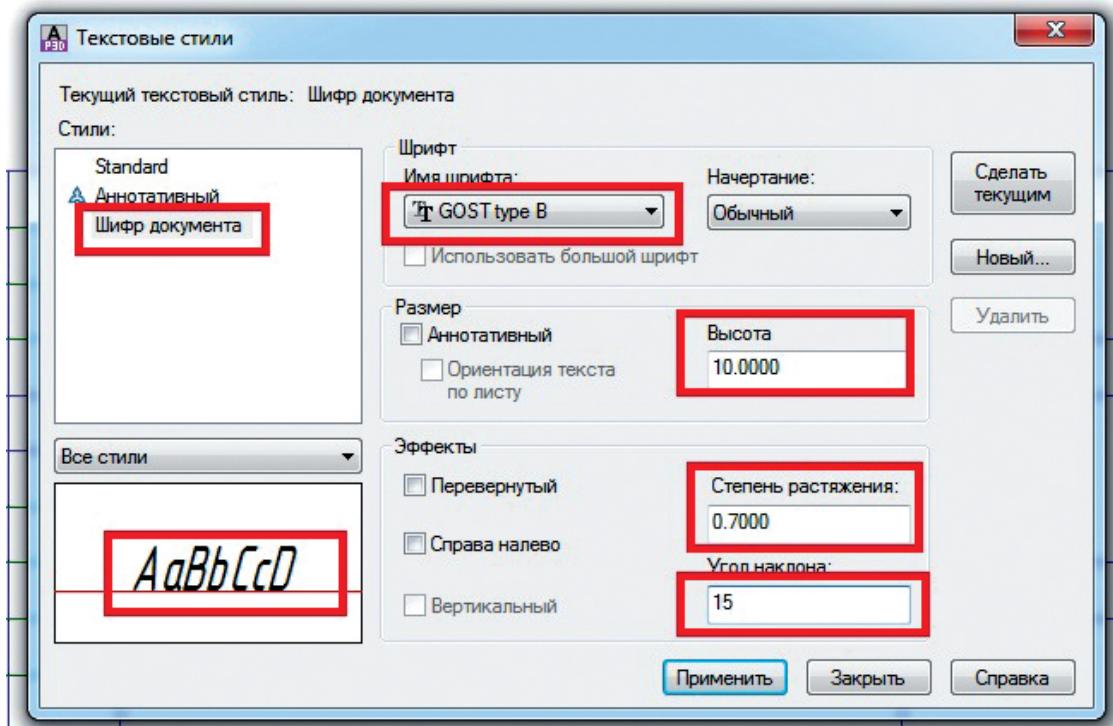


Рис. 31. На панели **Меню** вкладка **Аннотации**

Рис. 32. Окно *Текстовые стили*

ЛКМ по кнопке **Новый** → назначить имя нового текста, например **Шифр документа** → выбрать из выпадающего меню **Имя шрифта** GOST type B → проставить высоту шрифта — 10 → **Степень растяжения** 0,7 → **Угол наклона** 15° → **Сделать текущим** (рис. 33).

Рис. 33. Окно *Текстовые стили*

Не выходя из окна **Текстовые стили**, создайте второй новый шрифт **Надпись** (рис. 34) с высотой 3,5 мм; третий шрифт с именем **Размеры** высотой 5 мм → **Применить**.

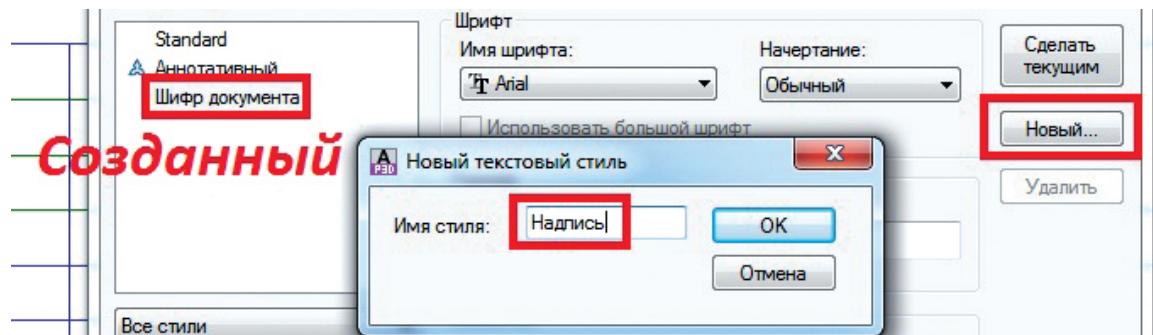


Рис. 34. Создание новых шрифтов

При запросе программы об изменении текущего стиля нужно ответить положительно. Вся основная надпись заполняется тонкой линией, поэтому прежде всего на вкладке **Главная** установим слой **тонкая**.

Из всех созданных стилей текста (рис. 35) установим текущий **Шифр документа**, ЛКМ → Многострочный текст → Выравнивание по центру → ЛКМ левый верхний угол рамки → ЛКМ правый нижний угол рамки → вводим шифр документа → Закрыть (рис. 36).

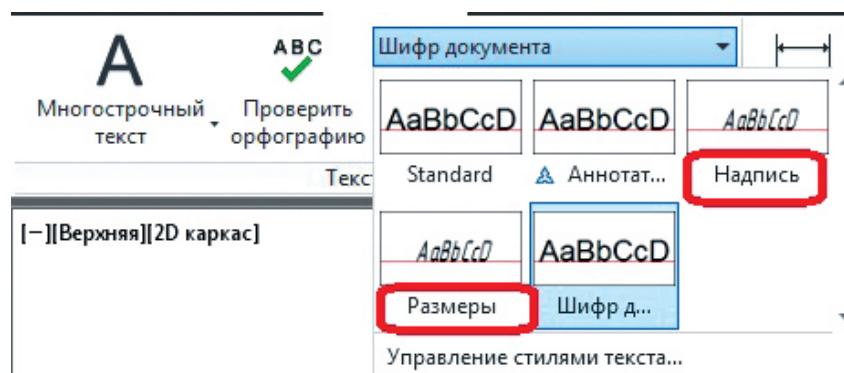


Рис. 35. Все стили текста, установить нужный

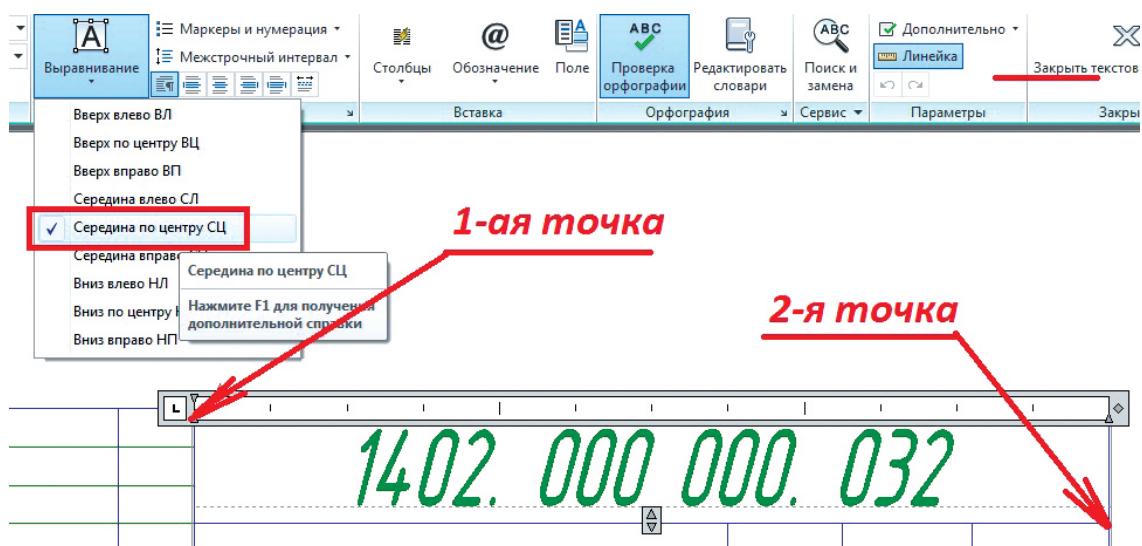


Рис. 36. Заполнение строки шифра документа

Перейдем к заполнению других граф (рис. 37) шрифтом *Надпись* в такой же последовательности.

Отличительной особенностью заполнения граф с разработчиком, фамилиями и т. д. является выравнивание шрифта не по центру, а отступ от начала графы на 1 мм (рис. 38). Графы с правой стороны основной надписи заполняются таким же образом.

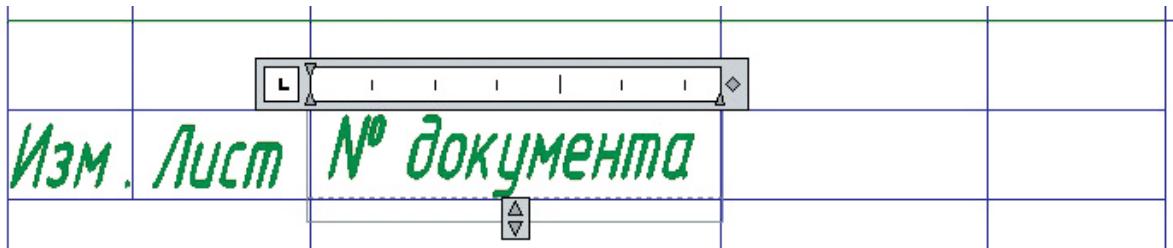


Рис. 37. Заполнение других граф основной надписи

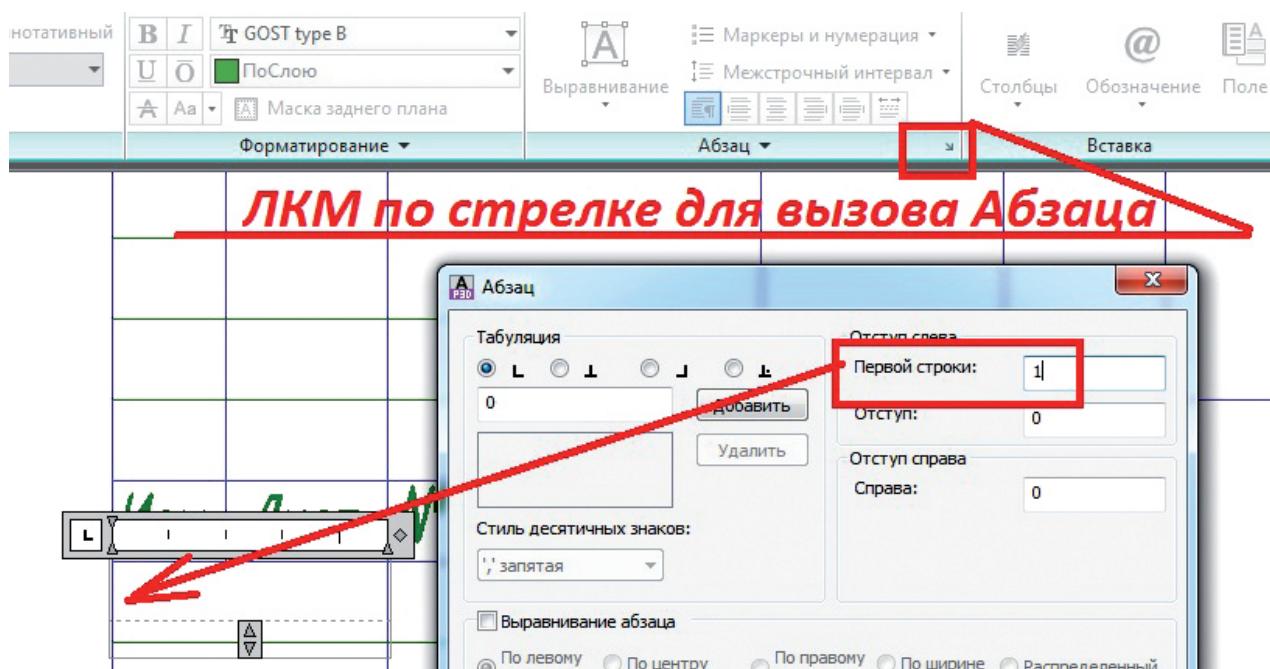


Рис. 38. Заполнение граф с фамилиями разработчика и проверяющего



Рис. 39. Фрагмент заполнения основной надписи с включенным весом линий

Когда основная надпись полностью заполнена, ее нужно преобразовать в блок и вставить в готовый формат А3 для дальнейшего переноса в лист чертежа.

2.3. Создание блока

В *Меню* выберем вкладку *Вставка* и найдем *Создать блок* (рис. 40). ЛКМ по кнопке *Создать блок* — откроется окно, в котором создадим блок с именем *Основная надпись* (рис. 41).

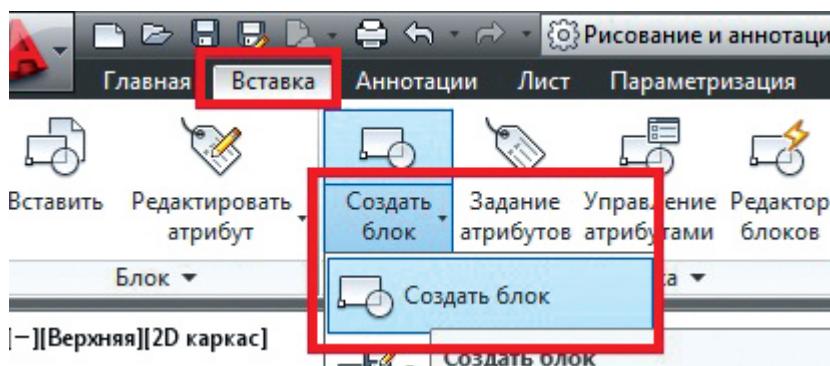


Рис. 40. Вкладка *Блок*

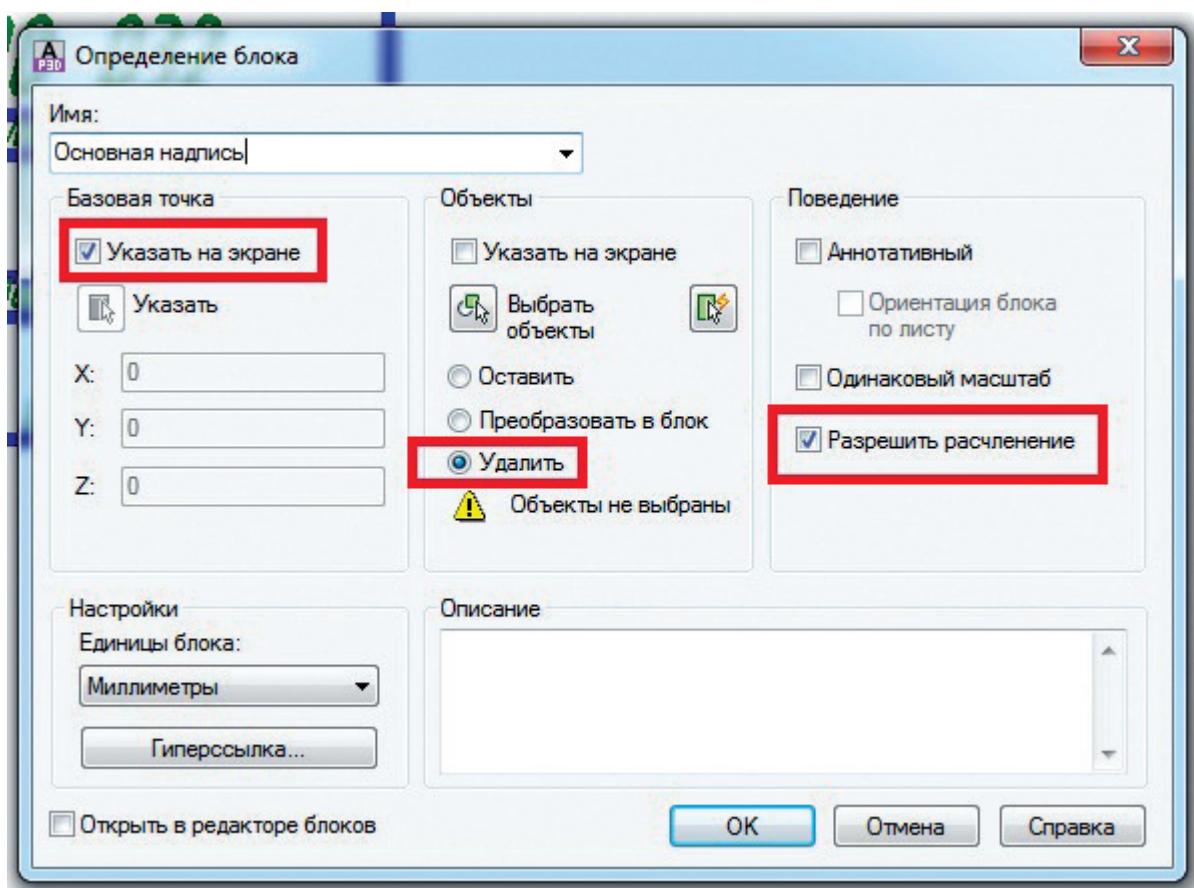


Рис. 41. Создание блока

Поставьте все параметры для блока основной надписи, выделенные прямоугольниками и ЛКМ → OK. Вам будет предложено выбрать объекты для блока.



Рис. 42. Выделение блока

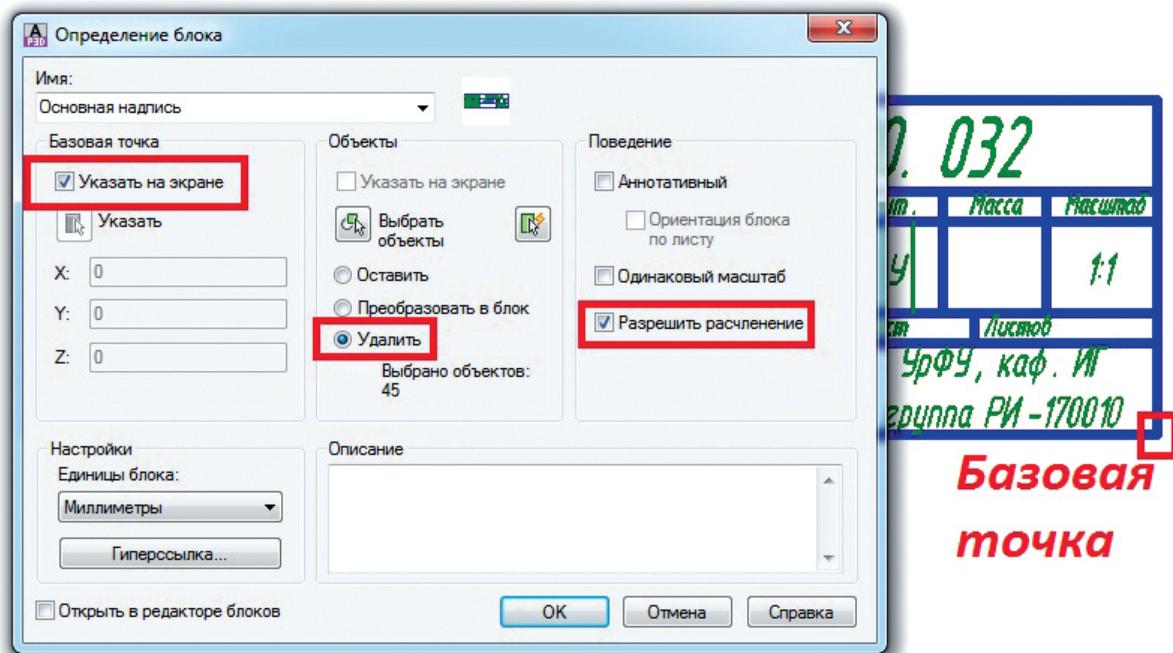


Рис. 43. Создание блока основной надписи

Обратите внимание! После указания ЛКМ базовой точки (правый нижний угол основной надписи) (рис. 45) созданный блок удалится из модели рабочего пространства.

2.4. Вставка блока в формат листа А3

Для завершения оформления формата А3 вставим блок с базовой точкой. Не переходя на другую вкладку (Блок), ЛКМ → правый нижний угол формата А3 в пространстве модели.

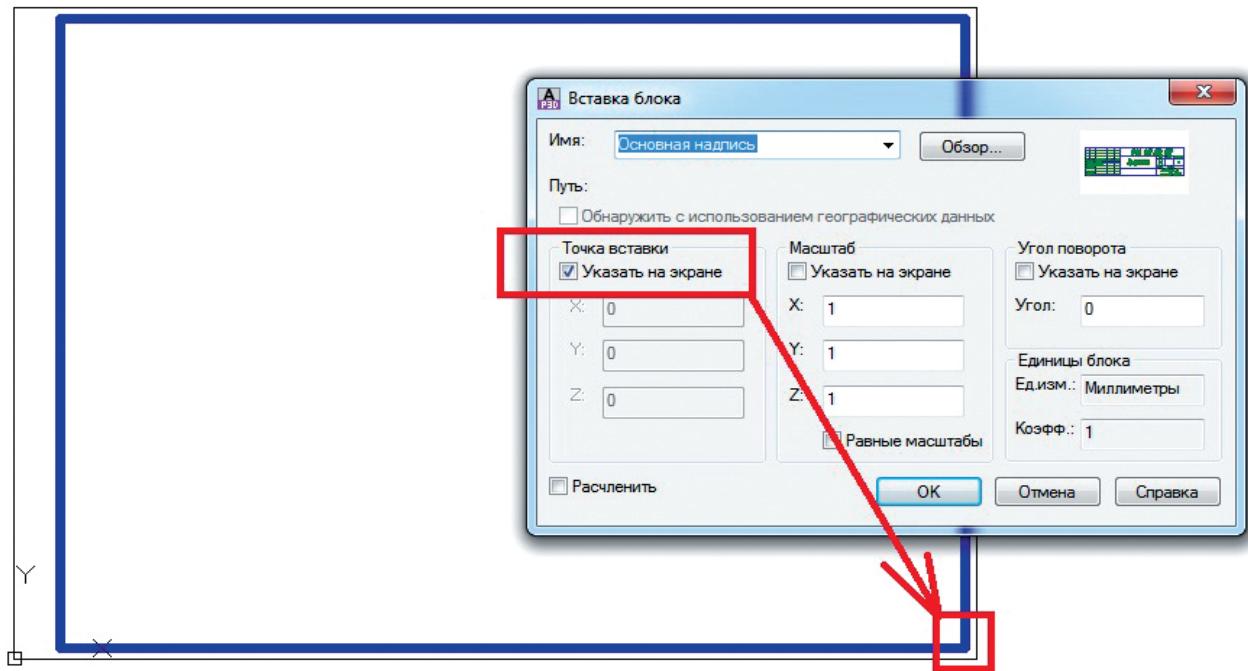


Рис. 44. Вставка блока

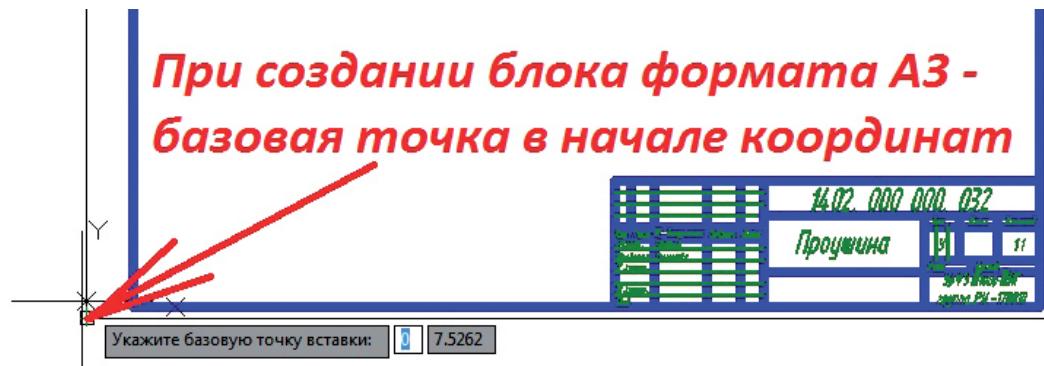
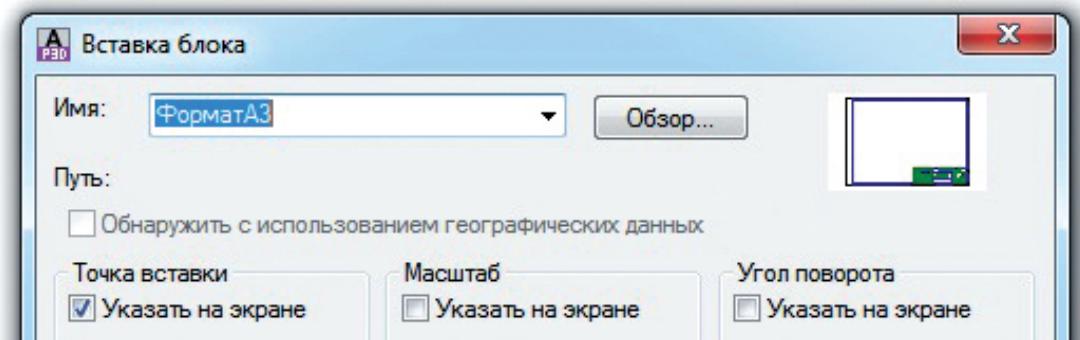
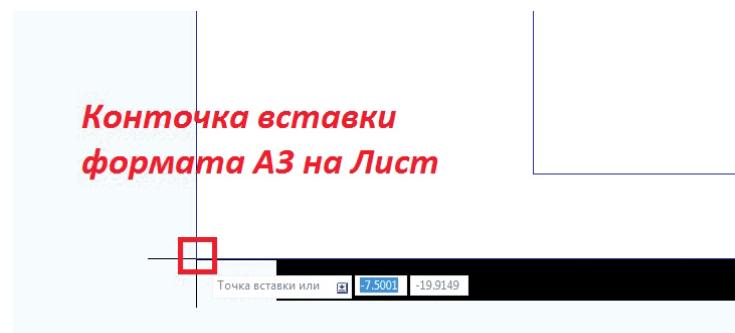


Рис. 45. Создание блока формата листа А3

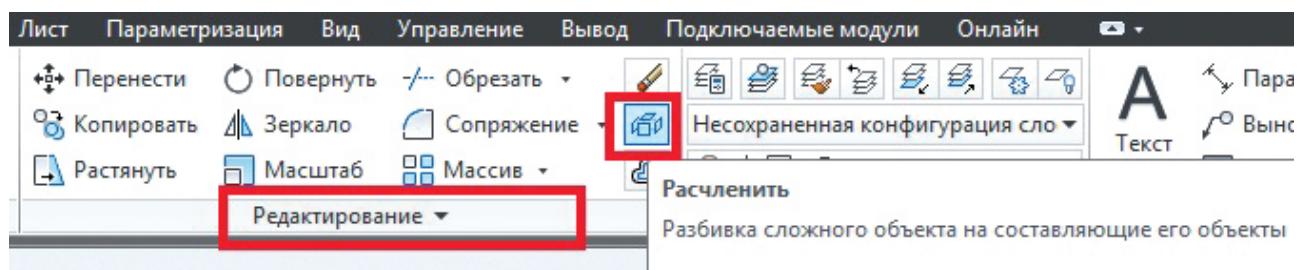
2.5. Вставка блока «Формат» на Лист

Как отмечалось ранее, рабочее пространство модели предназначено для моделирования объектов, а чертежи создаются на листах. Перейдем на вкладку **Лист** с наименованием **Разрез**.

На панели **Меню** откроем вкладку **Вставка** (рис. 46). Выберем блок **Формат А3** и как можно крупнее (используйте колесико мышки, нажим на колесико позволит перемещать формат в разные стороны, вы увидите изображение в виде «лапы») приблизим левый нижний угол листа для указания точки вставки блока (рис. 47).

Рис. 46. Выбор блока для вставки на *Лист*Рис. 47. Вставка блока формата А3 на *Лист*

Прежде чем перейти к моделированию, необходимо расчленить блок формата А3 для получения возможности автоматического создания ортогональных чертежей детали по модели. Перейдем на главную вкладку (рис. 48) и выберем кнопку *Расчленить*.

Рис. 48. Кнопка *Расчленить*

В командной строке будет написано *Выберите объекты для расчленения* → ЛКМ по блоку *Формат А3* → *Enter*.

Если все ваши действия были выполнены правильно, то в результате изображения на листе примут такие свойства (рис. 49). Блок *Основная надпись* (1) останется нерасчлененным, внутренняя рамка чертежа расчленится в основные линии (2), внешняя рамка (3) останется в нулевом слое, который не будет выводиться на печать.



Рис. 49. Расчленение блока *Формат A3*

После создания шаблона формата А3 (рис. 49) необходимо его сохранить для дальнейшего использования.

3. Основы 3D-моделирования в AutoCAD

При моделировании объектов необходимо изменить рабочее пространство и рассмотреть его особенности (рис. 50). Лента с вкладками изменяет свой вид, но остаются неизменными белый фон рабочего пространства, командная строка, вкладки *Модель, Листы: Разрез, Схема*.

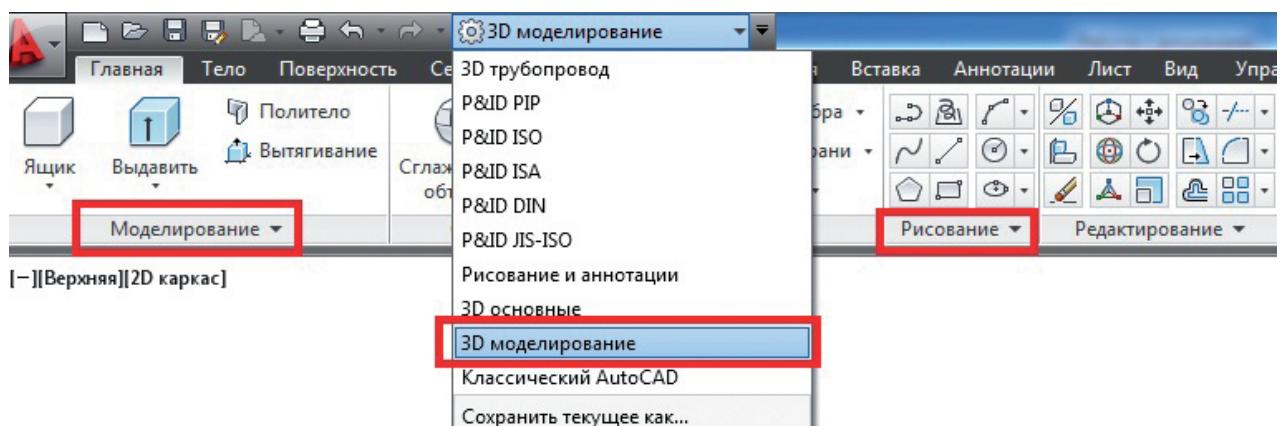


Рис. 50. Выбор *Рабочего пространства*

Для создания модели важным становится третье измерение по оси *z*. Меню → Главная → Диспетчер видов → ЮЗ изометрия (рис. 51).

Оси координат примут другое изображение (рис. 52). В дальнейшей работе мы будем часто обращаться к *Диспетчеру видов*, чтобы посмотреть, например, правильно ли изображен в пространстве листа вид *Сверху, Слева, Спереди*.

Мы **принципиально** выбираем ориентацию модели **ЮЗ**, т. к. она в полной мере соответствует изометрической проекции по ГОСТ 2.317–2011. На основании данной аксонометрической проекции автоматически строятся ортогональные проекции изображений деталей и механизмов.

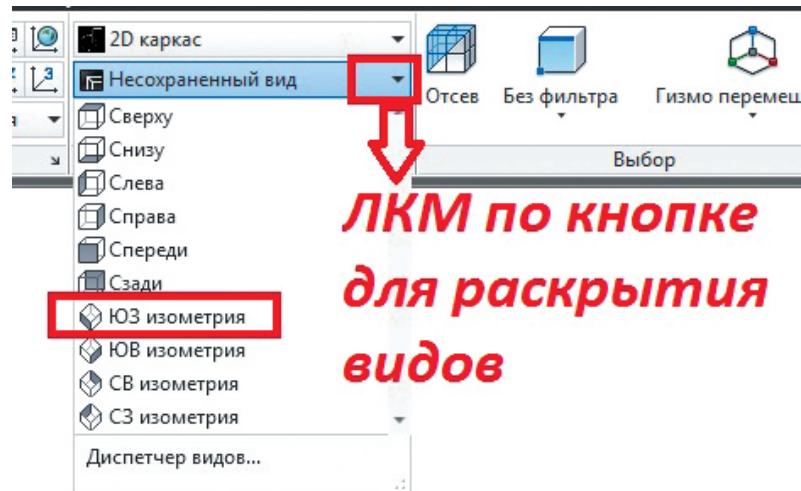


Рис. 51. Диспетчер видов

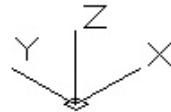


Рис. 52. Оси координат

Виды изображений также можно посмотреть с помощью *Видового куба*, который расположен в правом углу рабочего пространства (рис. 53)

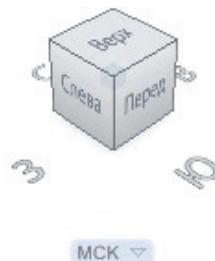


Рис. 53. Видовой куб

Обратимся в Меню → Главная → Моделирование → Ящик (рис. 54).

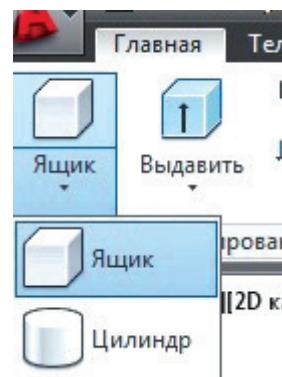


Рис. 54. Моделирование

3.1. Создание параллелепипедов

Для создания параллелепипеда (рис. 56) можно использовать два способа построения: с помощью кнопки **Ящик** и с помощью кнопки **Выдавить**. Построим параллелепипед с размерами $100 \times 80 \times 50$.

1 способ. Установим слой **тонкая**, ЛКМ по кнопке **Ящик** и в командную строку (рис. 55) введем $0,0,0$ — курсор привязывается к началу координат \rightarrow покажем направление мышкой вправо вверх, выберем ЛКМ **Длина** \rightarrow **Enter**, введем 100 \rightarrow **Enter** \downarrow **Ширина** введем 80 \rightarrow **Enter** \downarrow **Высота** \rightarrow **Enter**.

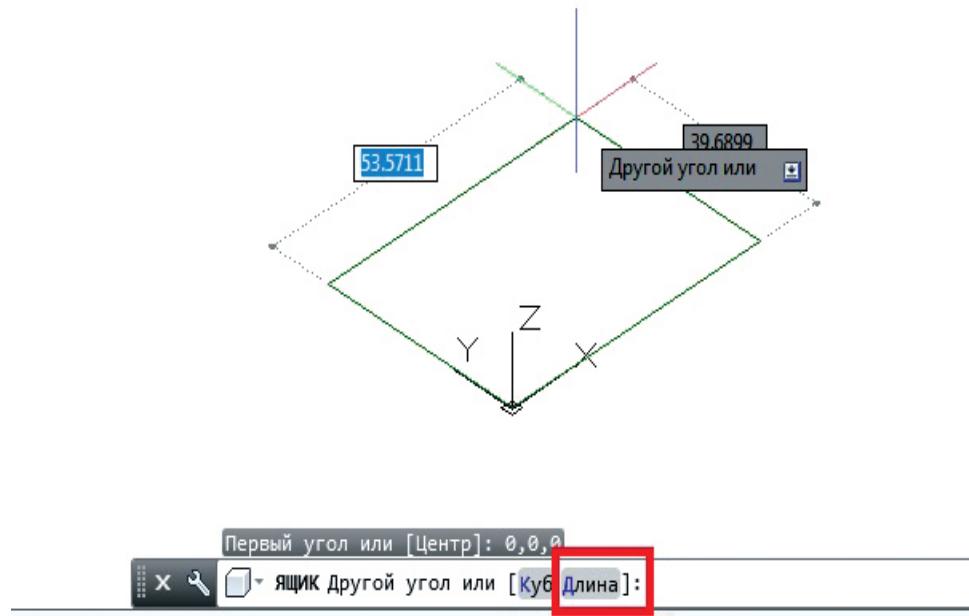


Рис. 55. Построение параллелепипеда

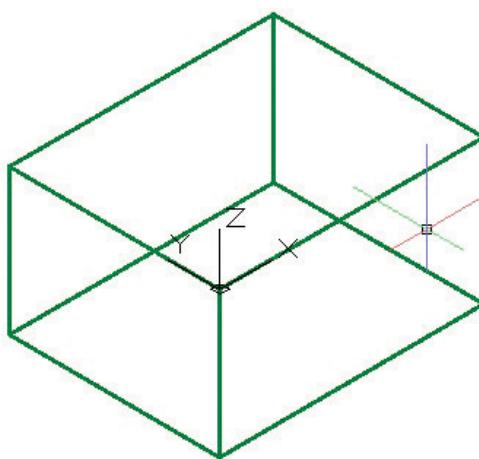


Рис. 56. Построенный параллелепипед (**2D-каркас**)

Можно посмотреть **Визуальные стили** построенного тела (рис. 57).

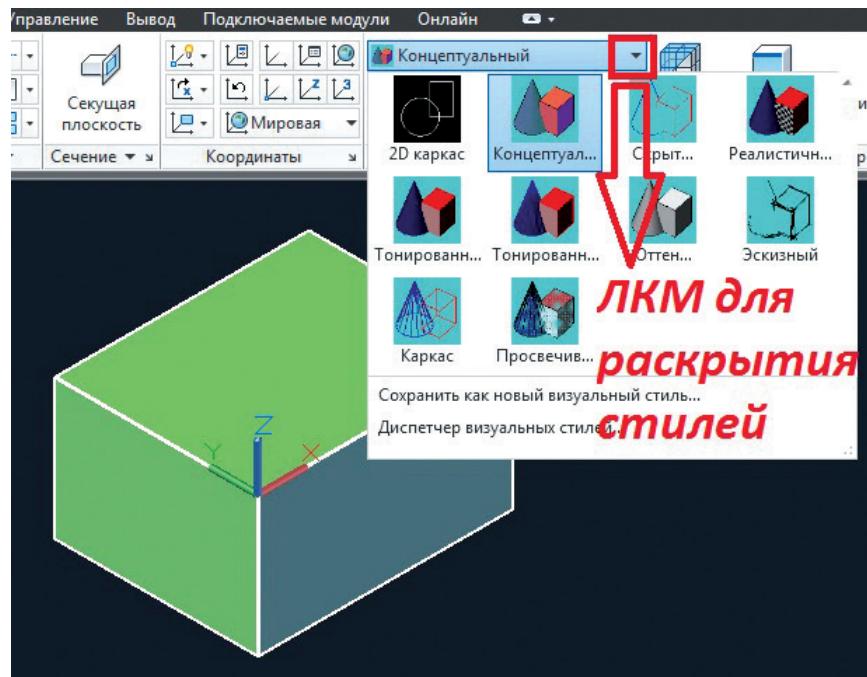


Рис. 57. Визуальные стили

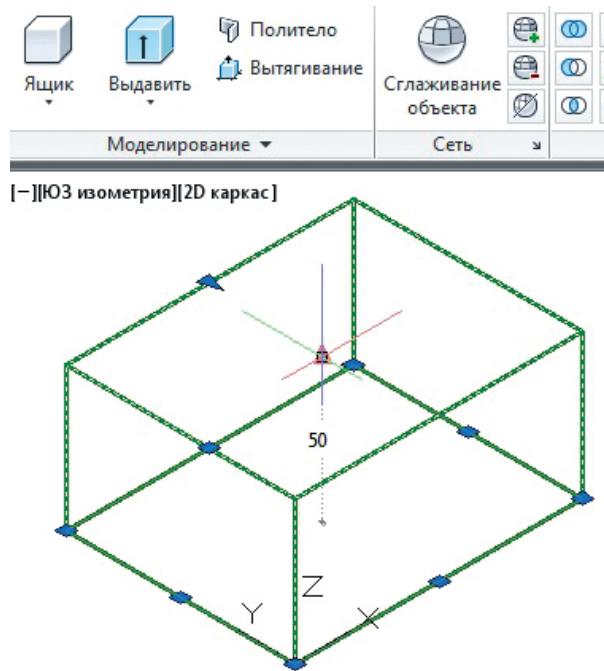
При переходе от визуального стиля **2D-каркас** к любому другому визуальному стилю всегда изменяется цвет фона на черный.

2 способ. ЛКМ кнопка **Прямоугольник** на панели **Рисование** → первый угол привязывается к началу координат, поэтому введем **0,0** → **Enter** → выберем **Размеры** → **Длина** — **100** мм → **Enter** → **ширина** — **80** → **Enter** (рис. 58).



Рис. 58. Построение прямоугольника

Переходим на панель моделирования — кнопка **Выдавить** → в командной строке — **Выберите объекты для выдавливания** → ЛКМ по прямоугольнику, он подсвечивается пунктирной линией → **Enter** → вводим высоту выдавливания — **50** мм → **Enter** (рис. 59).

Рис. 59. Кнопка *Выдавить*

Мы рассмотрели два способа построения одной детали, результаты получились одинаковыми. Можно также посмотреть различные визуальные стили при создании модели вторым способом.

3.2. Создание цилиндров

Цилиндры можно создавать несколькими способами. Рассмотрим самый простой. ЛКМ по кнопке *Цилиндр* на панели *Моделирование* → указать центр с координатами 0,0,0 → *Enter* → указать радиус или диаметр → *Enter* → указать высоту → *Enter* (рис. 60).

Рис. 60. Кнопка *Цилиндр*

Второй способ — с помощью окружности, на панели рисования. Визуальные стили также показывают различные тоновые отношения объектов.

Вы можете самостоятельно изобразить различные геометрические тела, используя панель **Моделирование** или кнопки рисования.

3.3. Создание выступов и вырезов

Рассмотрим, каким образом можно получить выступ, вырез или отверстие в детали произвольной формы. Допустим, что в основании прямоугольной формы имеются два выступа и отверстия. Для построения обратимся к панели рисования.

ЛКМ по кнопке **Прямоугольник** → **Размеры** → ввод длины и ширины 1 объекта → **Выдавить** → ввод высоты. Построение выступов 2 и 3 объектов проводится аналогично (рис. 61). На рис. 61 можно увидеть, что эти объекты не составляют монолитной формы одной детали, поэтому перед вырезанием круглого отверстия и прямоугольного паза все три объекта необходимо **Объединить**.

ПКМ по кнопке **Объединить** (рис. 62).

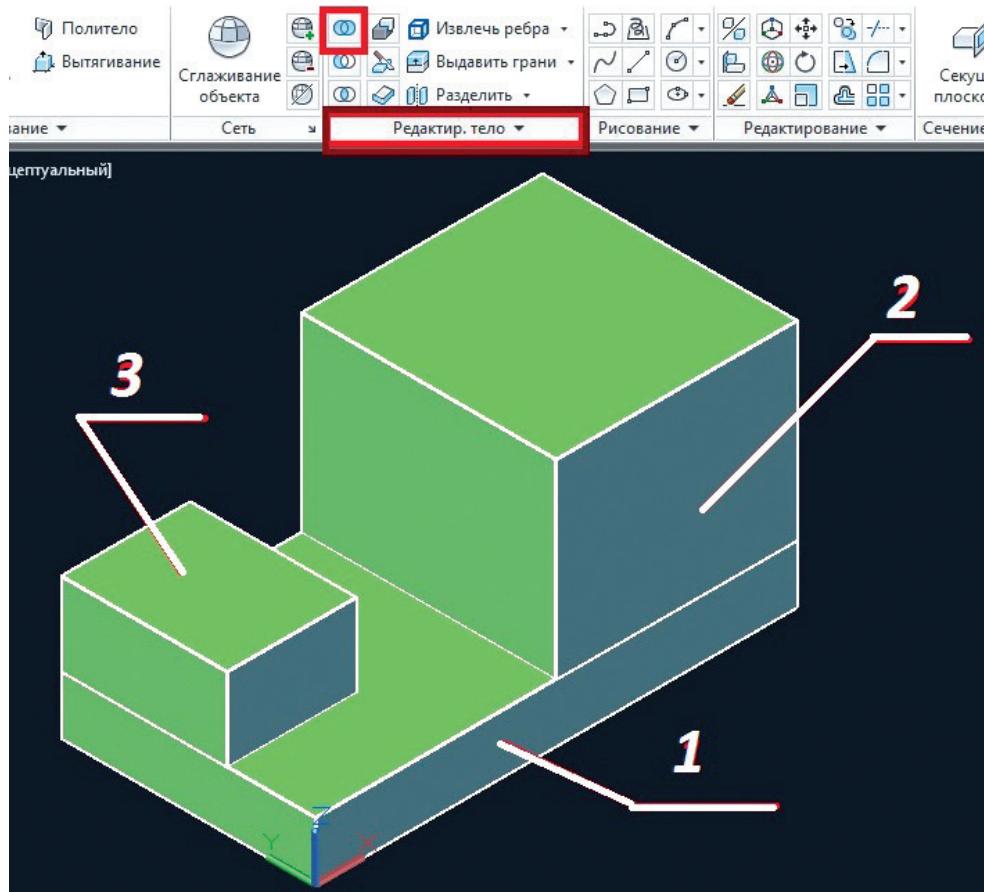


Рис. 61. Построение выступов

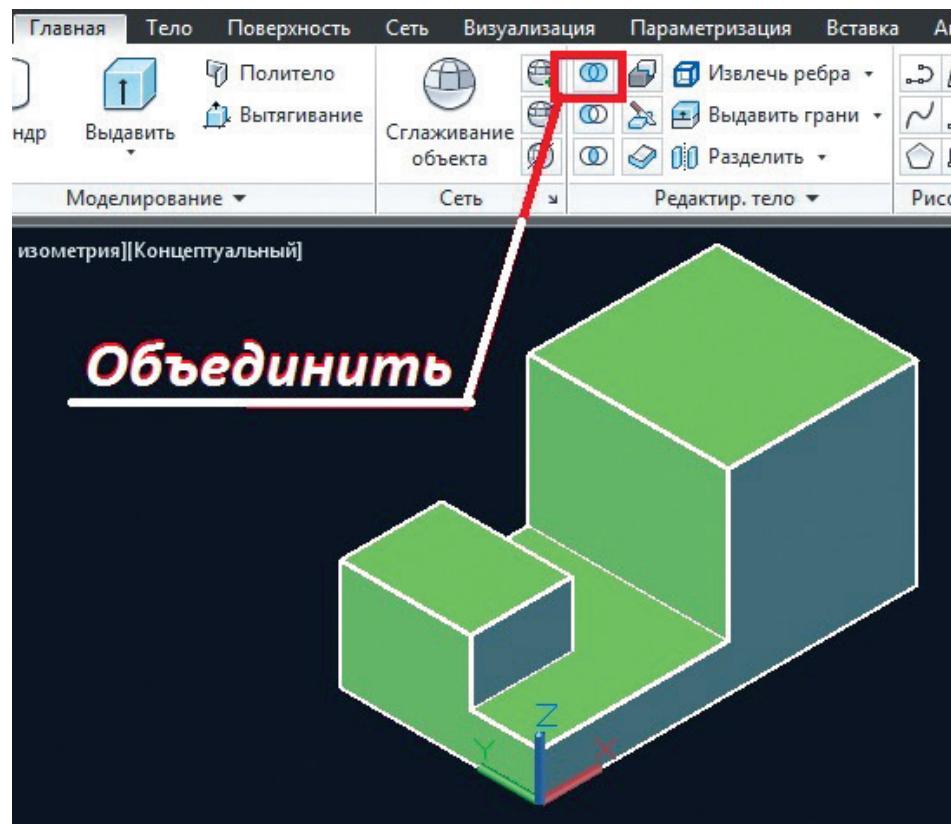


Рис. 62. Объединение объектов перед вырезанием

Для вырезания объектов будем использовать слой *основная*. Для определения местоположения вырезов настроим *3D-привязки* (рис. 63), для этого на детали выполним дополнительные построения (рис. 64).

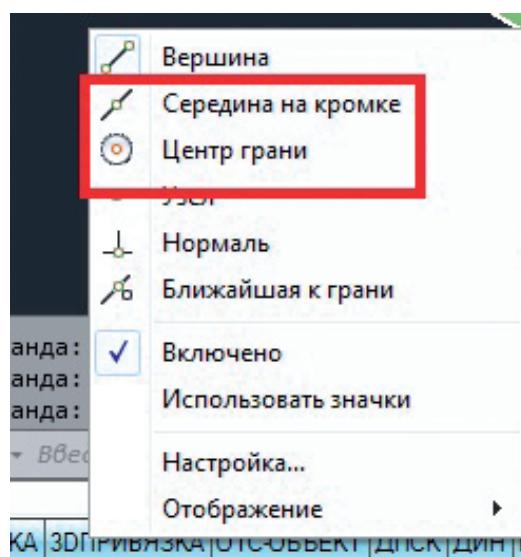


Рис. 63. Включение дополнительных 3D-привязок

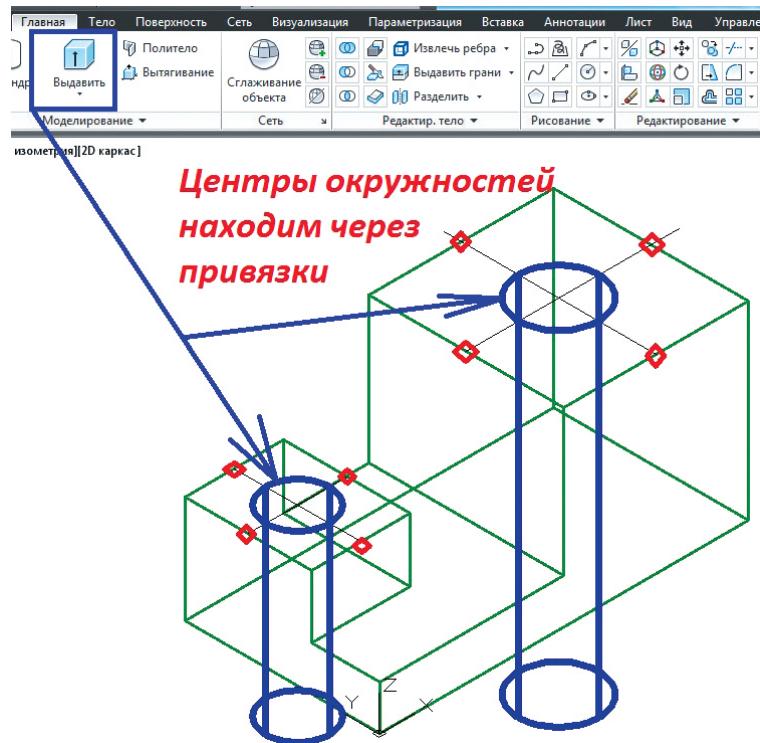


Рис. 64. Построение дополнительных линий

Находим центры окружностей через привязку **Середина на кромке**, выдавливаем цилиндры на большее расстояние, чем высота детали, а затем через команду **Вычитание** выполняем отверстия (рис. 65). При вычитании сначала ЛКМ указывают тело, из которого нужно вычесть (см. рис. 65) → **Enter** ↓ указывают тела, которые нужно вычесть → **Enter**. Полученный результат приведен на рис. 66.

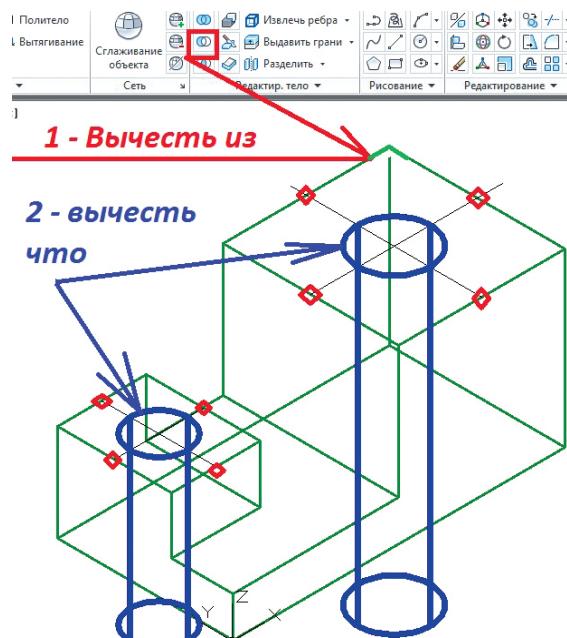
Рис. 65. Кнопка **Вычитание**



Рис. 66. Результат вычитания

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные методы проектирования геометрических объектов вам известны?
2. Перечислите команды 3D-моделирования.
3. Перечислите команды редактирования 3D-объектов, используемые при выполнении данной работы.

4. Построение модели детали из простых геометрических форм

При мысленном расчленении детали любой сложности ее можно представить в виде различных геометрических форм и их сочетаний (рис. 67).

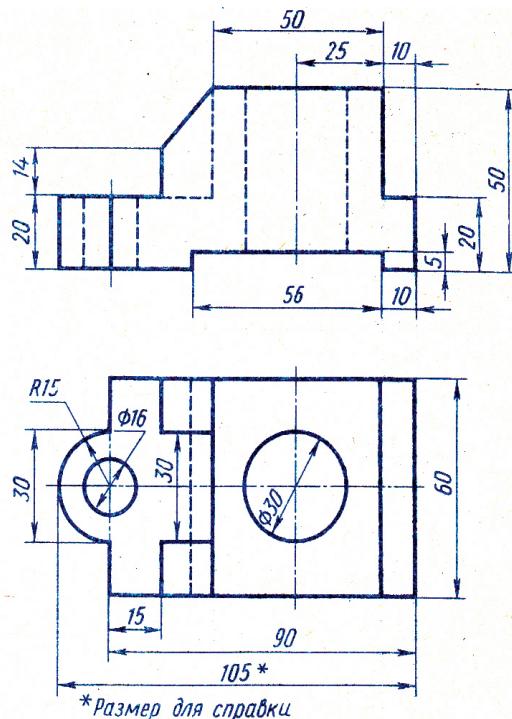


Рис. 67. Ортогональный чертеж детали «Проушина»

Рассмотрим деталь (рис. 67). Ее основание — параллелепипед высотой 20 мм, к которому примыкает полуцилиндрический выступ радиусом 15 мм. В основании имеется сквозной паз призматической формы шириной 56 мм и высотой 5 мм. На основании стоит четырехугольная призма высотой 30 мм, к которой примыкают два ребра жесткости со скосами. В детали имеются два сквозных цилиндрических отверстия диаметрами

30 и 16 мм. Построение модели начнем с ее основания.

4.1. Построение основания

Установим ориентацию модели ЮЗ, визуальный стиль 2D-каркас. Выбираем второй способ построения (см. стр. 35–36 данного пособия).

ЛКМ по кнопке **Прямоугольник** → выбрать **Размеры** → **Enter** ↵ ввести **Длина** — 90 → **Enter** **Ширина** — 60, ЛКМ указать направление прямоугольника от начала координат вправо вверх → **Enter**.

Кнопка **Выдавить** → ЛКМ выбрать нарисованный прямоугольник → **Enter** ↵ ввести высоту 20 → **Enter** (рис. 68).

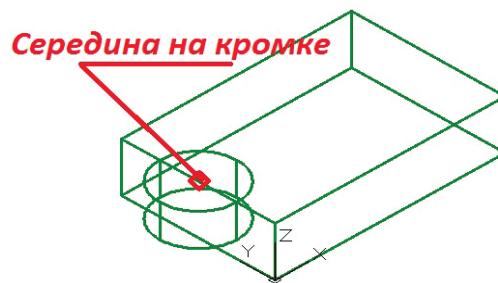


Рис. 68. Построение параллелепипеда

Для построения выступа (см. рис. 68) — кнопка **Круг** → выбор центра круга — Середина на кромке → **Enter** → Выдавить на 20 вниз → **Enter** — кнопка **Объединить** — выбрать ЛКМ обе поверхности → **Enter** (рис. 69).

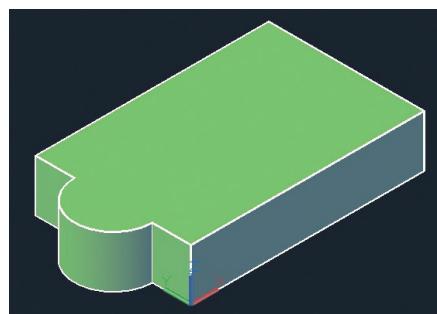


Рис. 69. Объединение выступа

4.2. Построение вырезов

В основании построим отверстие в слое **основная**. ЛКМ — Моделирование → Цилиндр → указать Центр → выбрать Диаметр → ввести 16 → указать высоту 20 → **Enter** (рис. 72). Кнопка **Вычитание** → ЛКМ указать, из чего вырезаем → **Enter** → ЛКМ указать, что вырезаем → **Enter** (рис. 70).

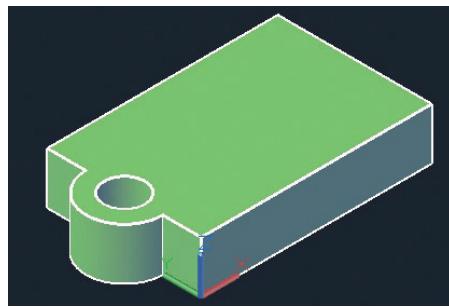
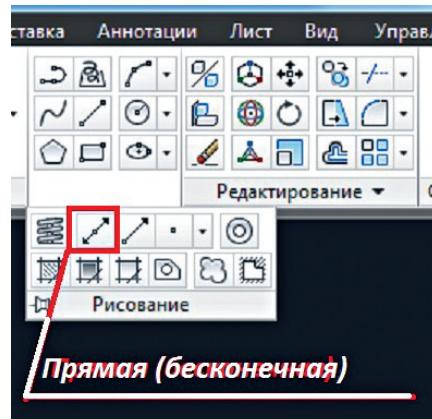


Рис. 70. Вырез отверстия диаметром 16 мм

При построении паза четырехугольной формы в основании воспользуемся дополнительными построениями.

Установим **Слой 0**. **Меню**→**Рисование**→ЛКМ по треугольнику — раскрыть дополнительные кнопки для выбора → кнопка **Прямая** (бесконечная) (рис. 71) → в командной строке ЛКМ — **Гор** (горизонтальная) — указать ЛКМ начало координат → **Enter** → **Вер** (вертикальная) указать ЛКМ угол основания → **Enter** → кнопка **Смещение** ввести 10 → **Enter** → выбрать прямую → **Enter**.

Рис. 71. Кнопка **Прямая**

При смещении нескольких прямых нужно использовать клавишу **Enter**, как и при построении основной надписи (см. с. 20–22 данного пособия).

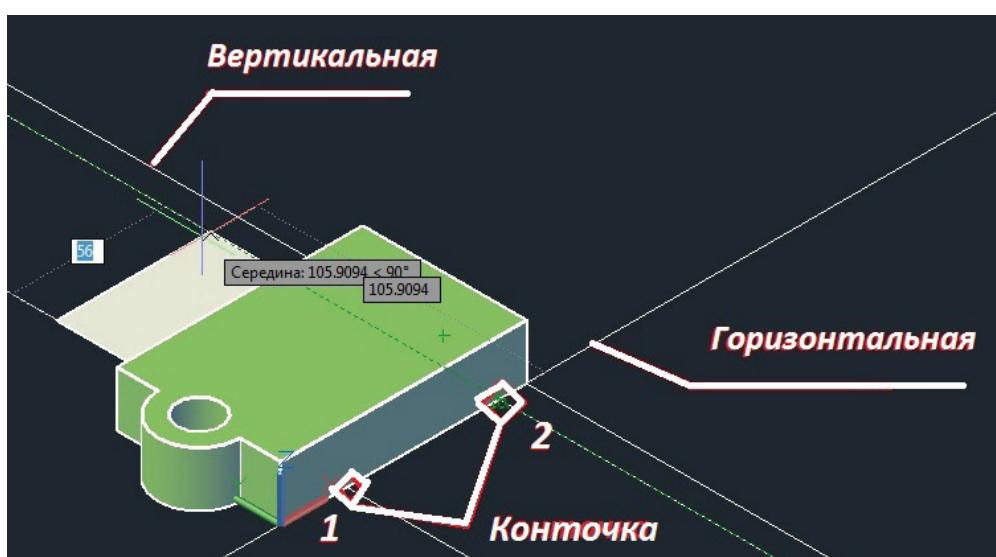


Рис. 72. Дополнительные построения

Установим Слой **основная**, ЛКМ по кнопке **Ящик** → укажем ЛКМ **Конточку 1** → укажем ЛКМ **Конточку 2** → покажем мышкой направление по вертикали вверх, чтобы длина вышла за пределы ширины основания ЛКМ, в командной строке введем высоту 5 мм → **Enter**. Результат дополнительного построения (рис. 73) позволит вырезать паз из основания детали кнопкой **Вычитание**.

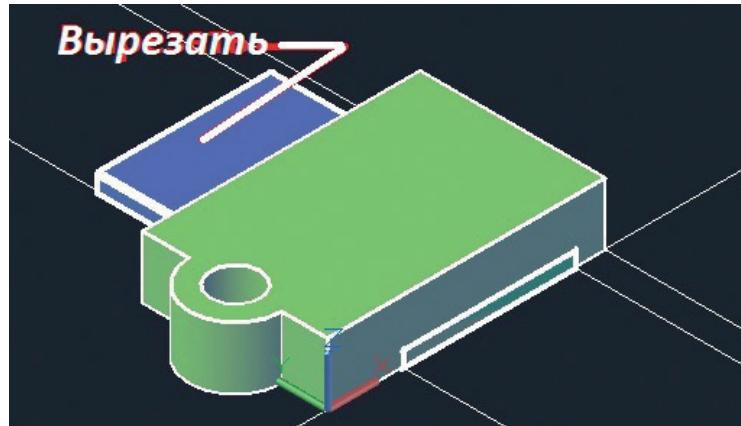


Рис. 73. Результат дополнительного построения

4.3. Надстройки

При построении верхней части детали «Проушина» обратимся также к дополнительным построениям в **нулевом слое**. Уберем из нижней части основания дополнительные линии: ЛКМ по каждой горизонтальной и вертикальной → клавиша **Delete**.

Проанализируем выступ на основании детали. Он представляет собой параллелепипед с цилиндрическим отверстием и двумя выступами ребра со скошенными кромками. Построим параллелепипед с помощью кнопки **Прямоугольник** на панели рисования (рис. 74). Проведем вспомогательные линии по размерам чертежа (см. рис. 67).



Рис. 74. Построение выступа на верхнем основании

ЛКМ **Прямоугольник** → **Базовая точка** — указать **Конточку** ЛКМ → выбрать **Размеры**, на запрос **Длина** — 50 мм → **Enter** → **Ширина** — 30 мм → **Enter**. Далее кнопка **Выдавить** и **Объединить** (ранее мы строили подобные геометрические примитивы).

Пристроим скошенную часть ребер жесткости (рис. 75) к выступу параллелепипеда. ЛКМ по кнопке **Отрезок** → **Первая точка** ЛКМ по Конточеке 1 → **Следующая точка** ЛКМ по Конточеке 2, затем 3 → выход из команды **Enter** → вход в команду **Enter** → **Первая точка** ЛКМ по Конточеке 1 → указать мышкой направление вверх — 14 мм (получим отрезок 1–4) → **Enter** → ЛКМ указать точку 3 → **Enter**.

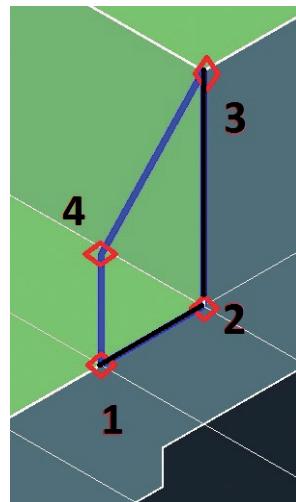


Рис. 75. Построение скошенной части ребра жесткости

Из скошенной части ребра жесткости детали необходимо сделать **Область** для выдавливания. Для этого отключим слой **тонкая**, оставим активным слой **основная** (рис. 76).

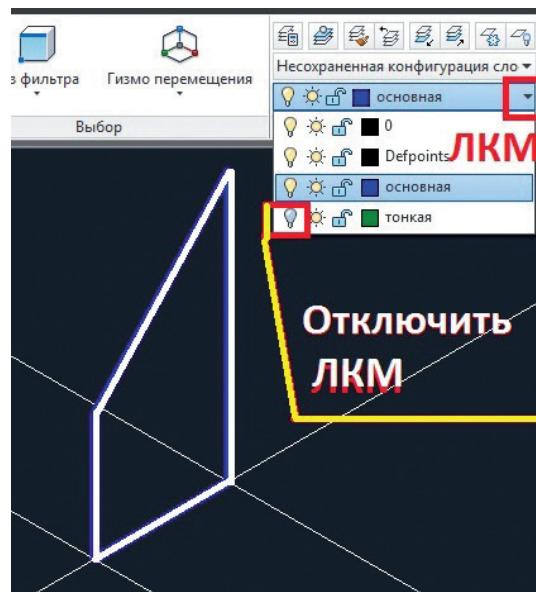


Рис. 76. Отключение слоев

На панели рисования выберем кнопку **Область** (рис. 77), чтобы все созданные линии скошенной части замкнулись в один объект.

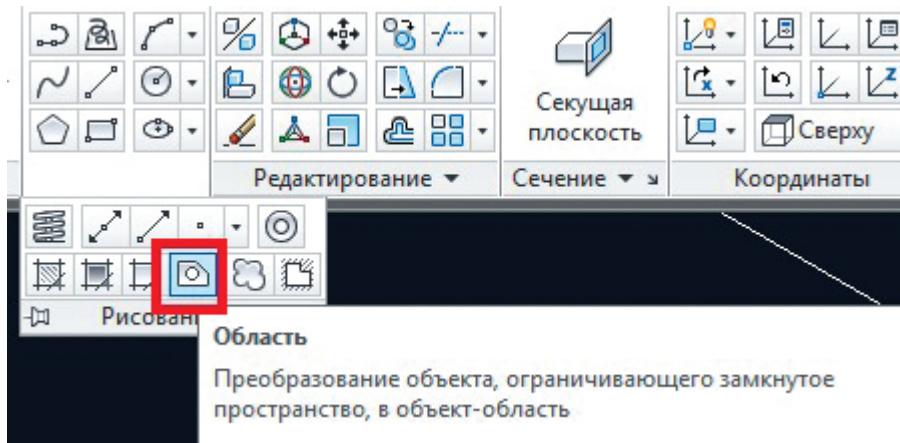


Рис. 77. Кнопка *Область*

Созданную область вытянем влево вверх на 15 мм (рис. 78).

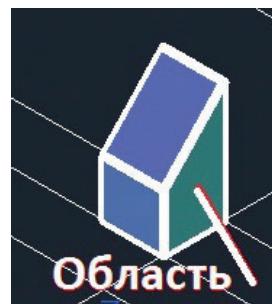


Рис. 78. Вытягивание области

Продолжаем построение детали. Включим слой *тонкая* и построим зеркальное отражение созданной области (рис. 79).

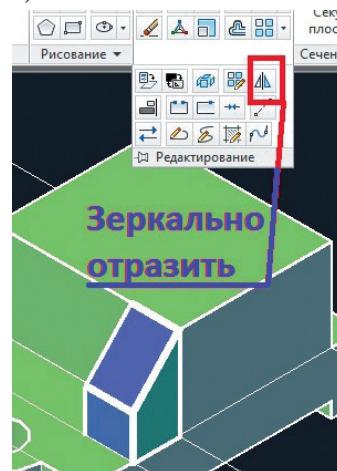


Рис. 79. Кнопка *Зеркало*

ЛКМ по кнопке *Зеркало* — на запрос *Выберите объекты* → мышкой указать скошенную часть → *Enter* → на запрос *Укажите первую точку отражения* → ЛКМ по Конточеке → *Enter* → мышкой показать направление оси отражения (Отслеживание по середине, см. рис. 80) ЛКМ → *Enter*.

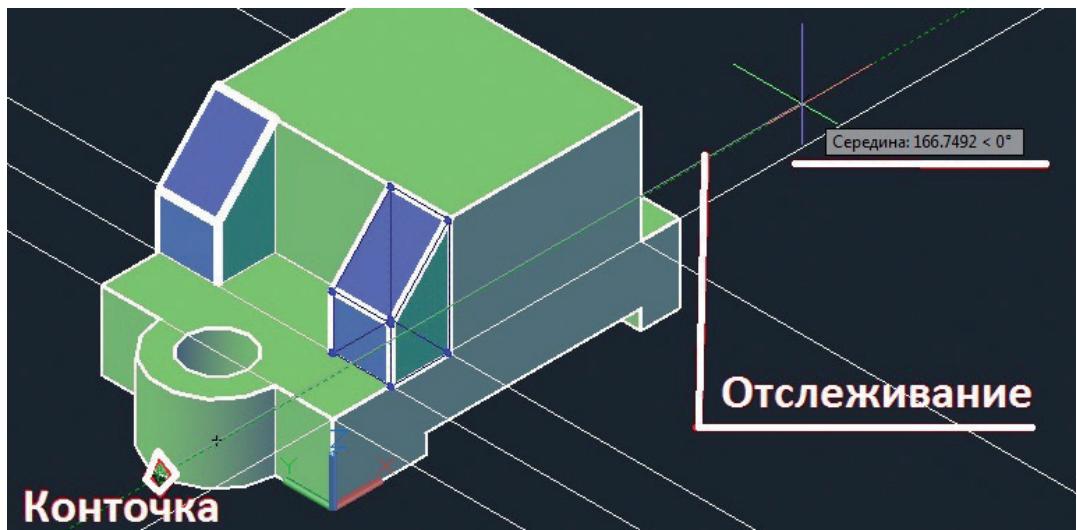


Рис. 80. Зеркальное отражение скошенной части детали

Выполнить объединение всех объектов. С помощью дополнительных построений на верхнем основании выступа построить сквозное цилиндрическое отверстие (рис. 81).

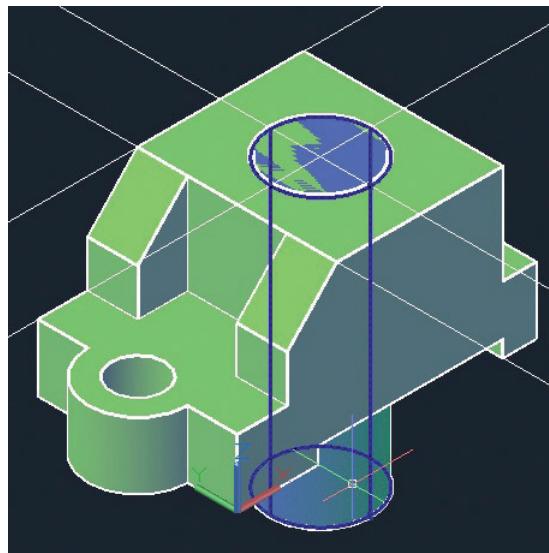


Рис. 81. Построение сквозного отверстия

Для завершения построения детали применить все рассмотренные выше действия с геометрическими примитивами.

4.4. Просмотр полученных видов детали

Просмотр правильности построения модели детали «Проушина» осуществляется с помощью *Видового куба* (см. рис. 53) нажатием ЛКМ на соответствующую надпись на кубе или *Диспетчера видов* (рис. 82), например вида *Сверху*.

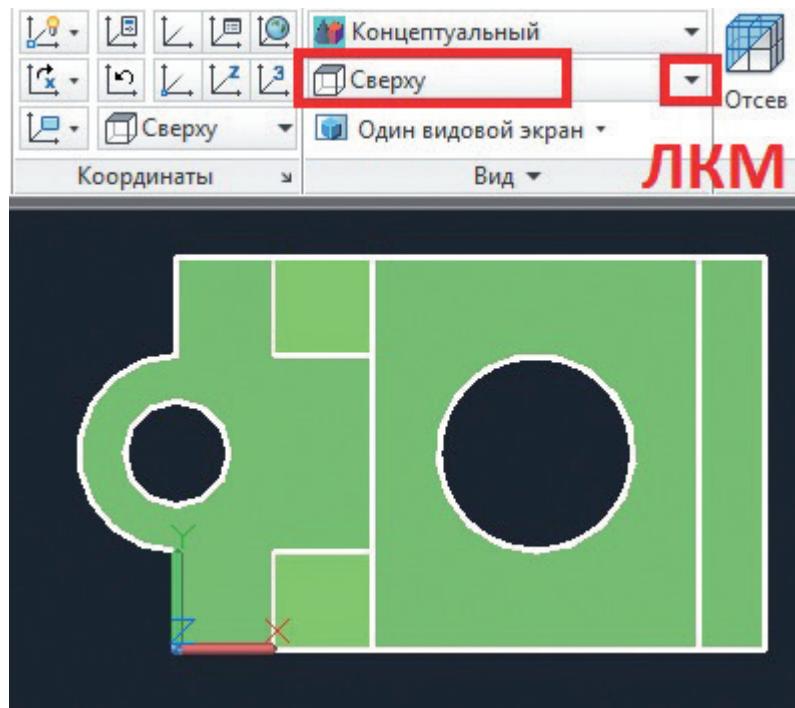


Рис. 82. Просмотр вида *Сверху*

После того, как 3D-модель детали проверена и построены все ее элементы, перейдем на вкладку **Лист — Разрезы**.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите способы построения параллелепипеда, цилиндра, ребра жесткости.
2. Каким способом можно построить цилиндрическое отверстие в детали?

5. Построение чертежа детали по модели

Из рабочего пространства *Модель* перейдем на вкладку *Лист*, в *Меню* выберем вкладку *Лист* (рис. 83), откроется лента с *Видовыми экранами*, *Создания видов*, их редактирования и т. д.

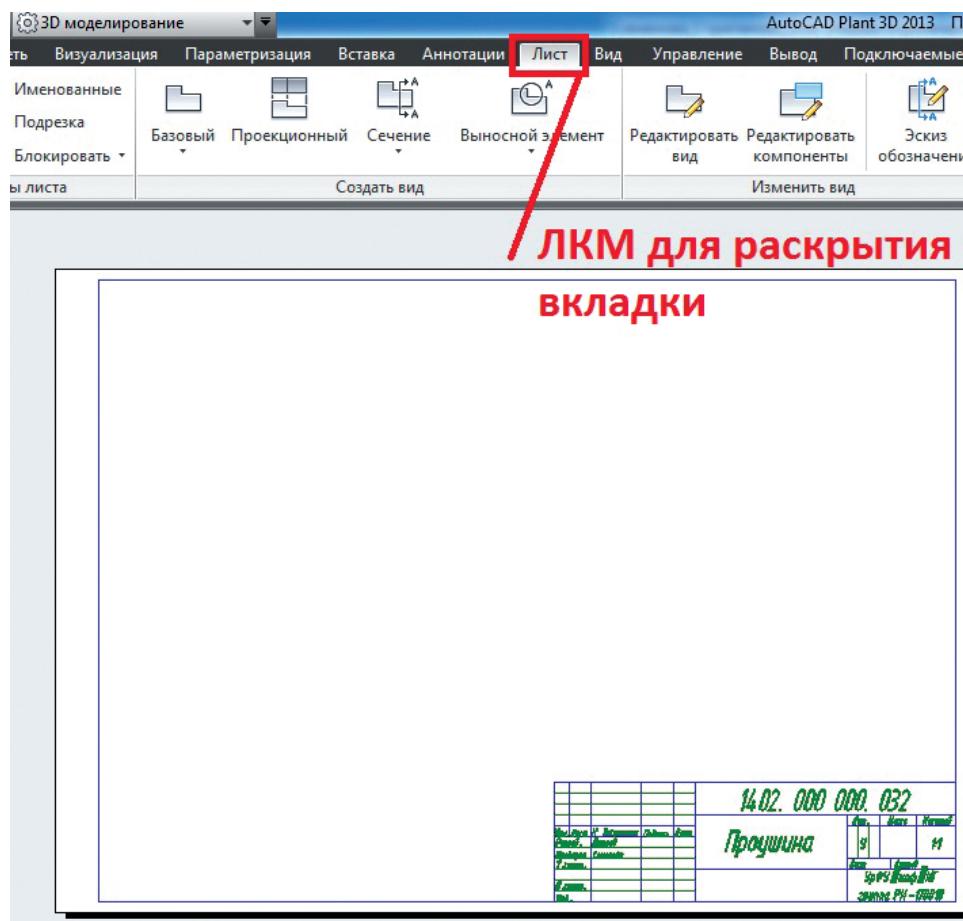


Рис. 83. Вкладка *Лист* – *Разрезы*, лента *Меню Лист*

5.1. Лента «Меню Лист»

Лента Лист (см. рис. 83) предназначена для автоматизации создания проекционных видов детали из пространства модели (рис. 84).

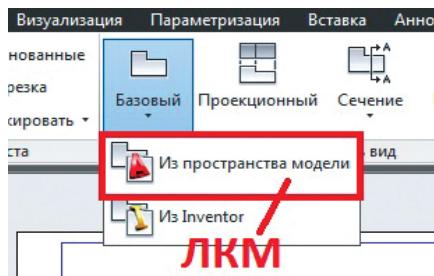


Рис. 84. Лента *Меню Лист*

Щелкнем ЛКМ по кнопке **Из пространства модели** и подождем, пока программа обрабатывает наш запрос. Появится изображение модели (рис. 85). Установим: масштаб 1:1; Ориентация вида — Сверху; Видимые линии. Покажем мышкой положение вида на листе → **Enter** фиксация видового экрана → **Enter** выход из команды создания вида. Полученный результат на рис. 86.

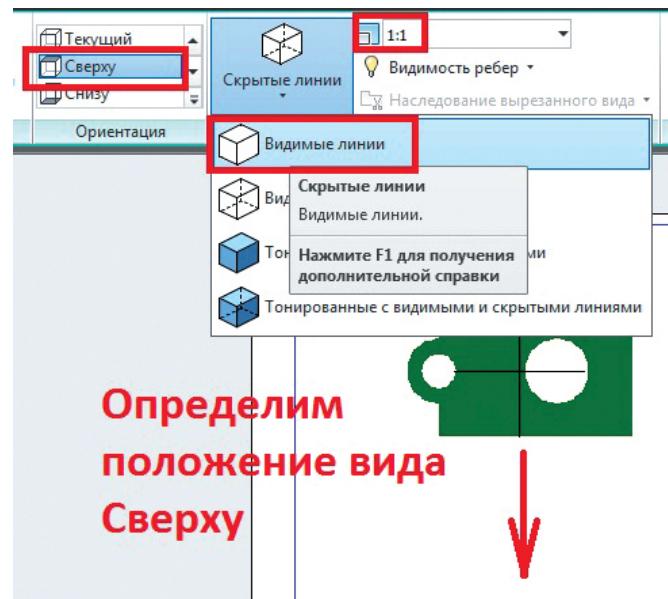


Рис. 85. Формирование вида *Сверху*



Рис. 86. Результат создания вида *Сверху*

При создании чертежа нам необходимо создать дополнительный слой — **осевая** (рис. 87). Перейдем на вкладку **Главная** → ЛКМ **Свойства слоя** → **Создать слой** → выбрать **Цвет** — красный → **Вес** — 0,3 мм → ЛКМ **Загрузить** → из выпадающего списка найти **осевая 2** → когда она загрузится, ЛКМ по осевой линии.

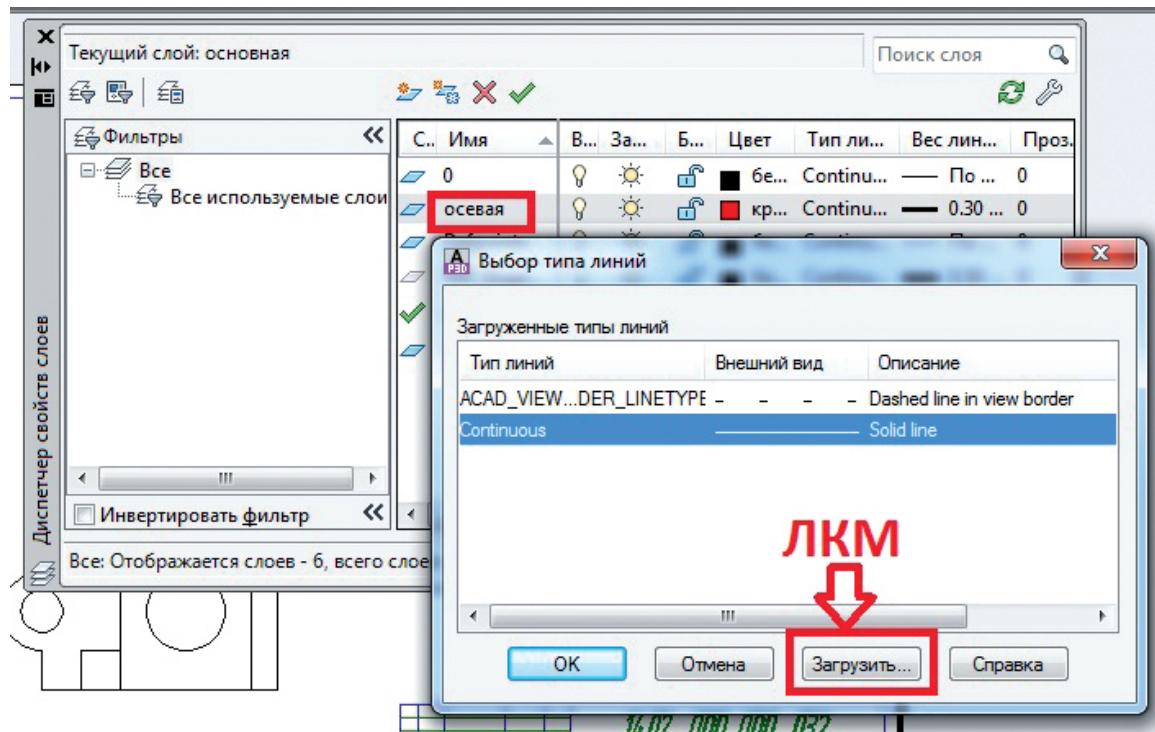


Рис. 87. Создание нового слоя — **осевая**

Обратите внимание, что тип линии в списке загруженных должен измениться на **осевая 2** (рис. 88).

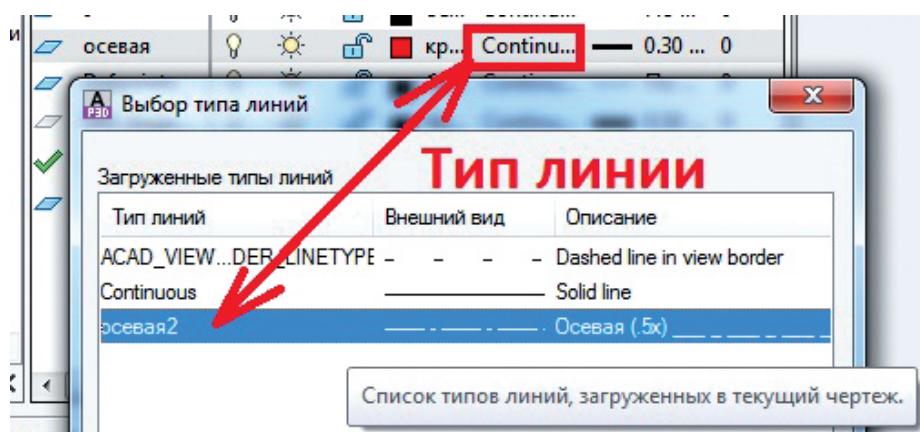


Рис. 88. Выбор типа линии

Сделаем текущим слой **осевая 2** → **Отрезок** → **Первая точка** (середина основания) → **Следующая точка** → **Отслеживание** → Контрольная точка **Enter** (рис. 89).

Провести таким же образом оси в центрах цилиндрических отверстий.

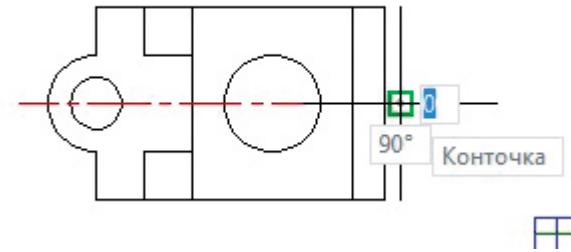


Рис. 89. Определение оси симметрии детали

Для построения простого разреза перейдем в **Меню → Лист → Сечение → Полное** (рис. 90) → Выберите родительский вид (подвести мышку к изображению вида Сверху) ЛКМ → **Начальная точка** ЛКМ → **Укажите конечную точку** ЛКМ → завершить команду **Enter** → указать положение изображения разреза (рис. 91) ЛКМ.

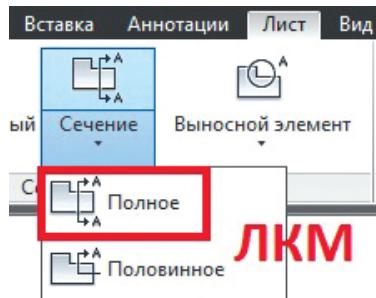


Рис. 90. Выбор одной секущей плоскости

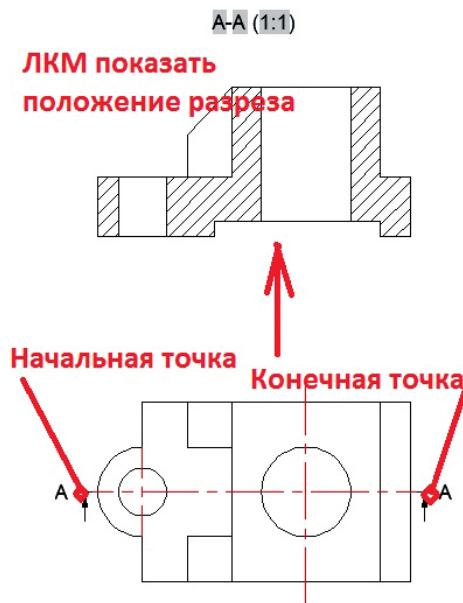


Рис. 91. Выполнение фронтального разреза

Для построения вида **Слева** детали «Проушина» необходимо провести осевые линии в отверстиях на виде **Спереди** (рис. 92), перейти на **Ленту Лист** и по оси большего отверстия выполнить **Полное сечение**. Для этого выбор **Родительского вида** производится ЛКМ при подводе мышки к **Видовому экрану** (он показан на рис. 92 пунктирной линией).



Рис. 92. Подсвечивание *Видового экрана* при выборе *Родительского вида*



Рис. 93. Построение вида *Слева*

Сечение выполняем на виде *Слева* для того, чтобы показать сквозной паз (рис. 94).



Рис. 94. Чертеж детали для редактирования

Необходимо запомнить: на машиностроительных чертежах не изображаются линии невидимого контура!

По ГОСТ 2.305–2008 (прил. 6) обозначения простых разрезов на чертежах не соответствуют полученным автоматизированным способом в AutoCAD. AutoCAD создает *Аннотации* (обозначения) по Британской системе.

Выполним редактирование построенных видов на чертеже (рис. 94). Зайдем в *Свойства слоя* → отключим *Аннотации* → *Цвет* и *Вес* линий (рис. 95).

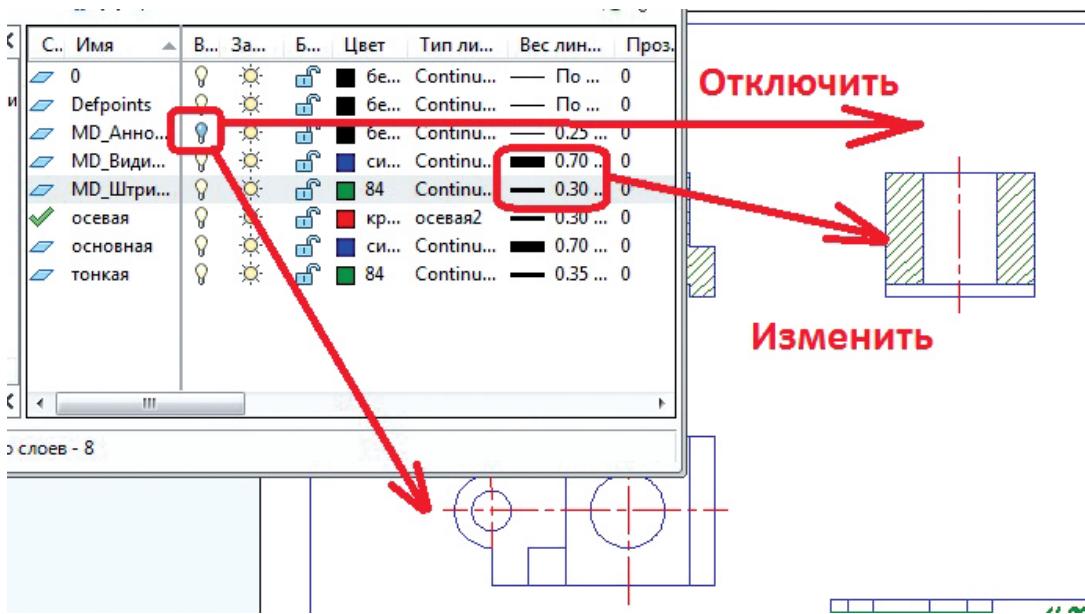


Рис. 95. Работа в свойствах слоя для редактирования

После редактирования (рис. 95): обозначения скрыты на чертеже; контур видов показан сплошной толстой основной линией, а штриховка в разрезах — сплошной тонкой линией (в соответствии с ГОСТ 2.303–68). Создадим слой *СекПлоскость* для изображения разомкнутой линии, которая употребляется для *Линий сечений* (рис. 96).

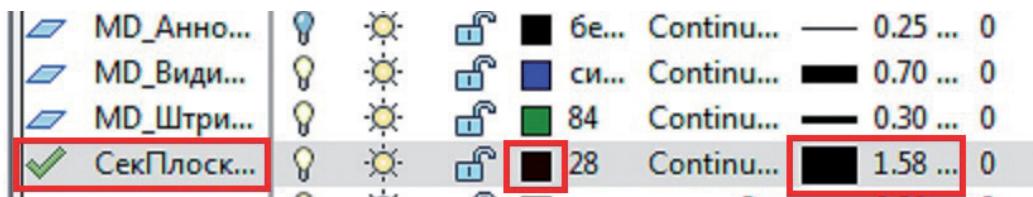


Рис. 96. Создание слоя *СекПлоскость*

В соответствии с ГОСТ 2.305–2008 (см. прил. 6) простые разрезы не обозначаются, если секущая плоскость проходит по оси симметрии детали, относительно которой она симметрична, и обозначаются, если относительно оси симметрии деталь не симметрична. Обозначение секущих плоскостей выполняется буквами русского алфавита, начиная с буквы А.

Выполним обозначение разреза (рис. 97). Слой *СекПлоскость* → ЛКМ *Отрезок* → *Конточка* по оси отверстия (начальная точка) → направление вверх — 10 мм → *Enter* → Слой — *тонкая* → отступ 3 мм → ортогонально влево 15 мм → *Enter*.



Рис. 97. Изображение секущей плоскости разреза

Для создания стрелки направления взгляда используют кнопку **Полилиния**. Мы воспользуемся другим приемом (рис. 98–100). Меню → **Аннотации** → Размеры (ЛКМ по стрелке внизу, раскроется *Диспетчер размерных стилей*) → **Новый** → **Имя нового стиля — Стрелка** → вкладка **Линии и стрелки** → **Размер стрелки 7** → **Установить** → **Закрыть**.

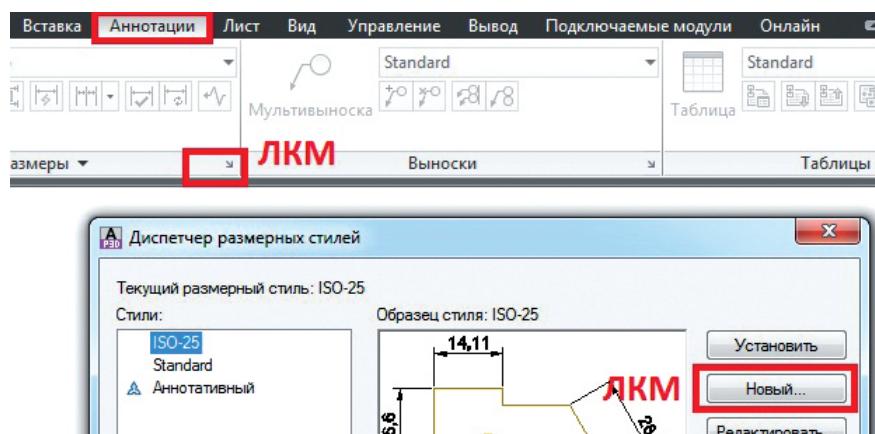
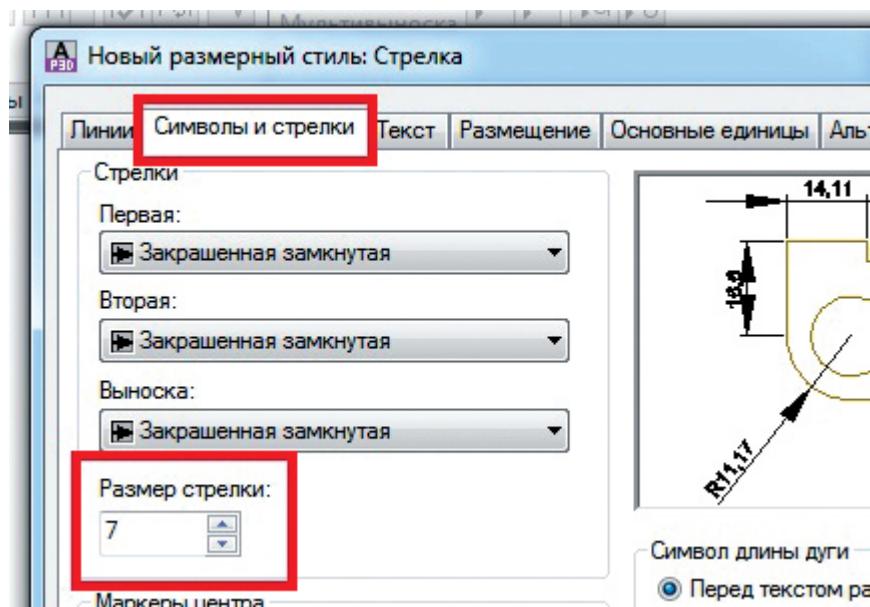


Рис. 98. Диспетчер размерных стилей для настройки стрелки

Рис. 99. Стиль **Стрелка** для направления взгляда

Проставим линейный размер (рис. 100) на подготовленной форме (см. рис. 98) для дальнейшего редактирования (см. расчленение блоков стр. 29–30).

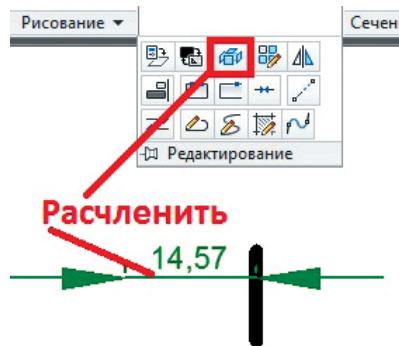


Рис. 100. Подготовительный этап для изображения направления взгляда

Меню → **Главная** → Редактирование → **Перенести** → Выберите объекты → выбрать стрелку и линию **Enter** → Укажите базовую точку (ЛКМ в начало стрелки слева) → Указать новое положение стрелки ЛКМ → **Enter** (рис. 101). Затем выполнить поворот стрелки на 180° (рис. 102).

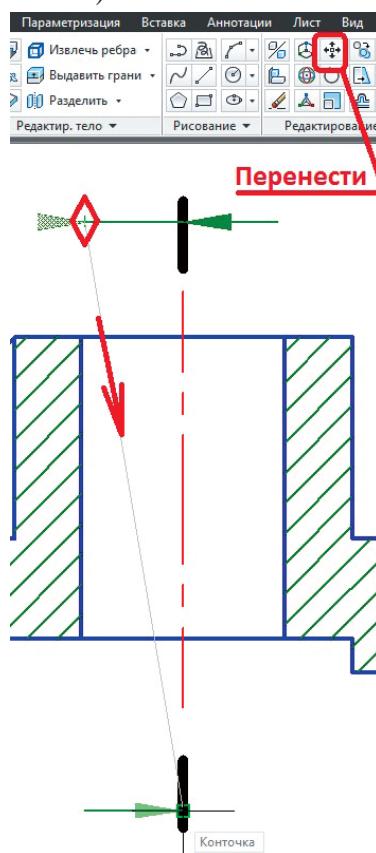


Рис. 101. Кнопка **Перенести**

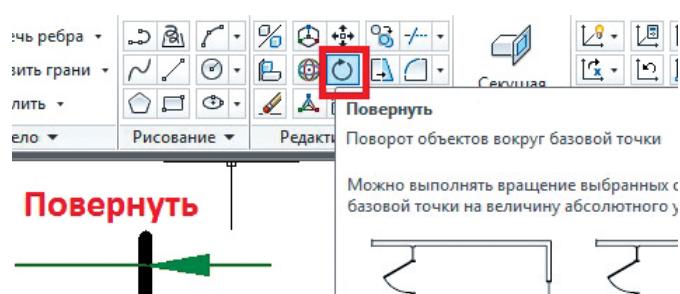


Рис. 102. **Повернуть** стрелки на 180°

В *Меню* → *Аннотации* → установить шрифт *Шифр документа* → выполнить надписи (рис. 103). Можно использовать *Однострочный текст* с указанием точки вставки (см. *Командную строку*).

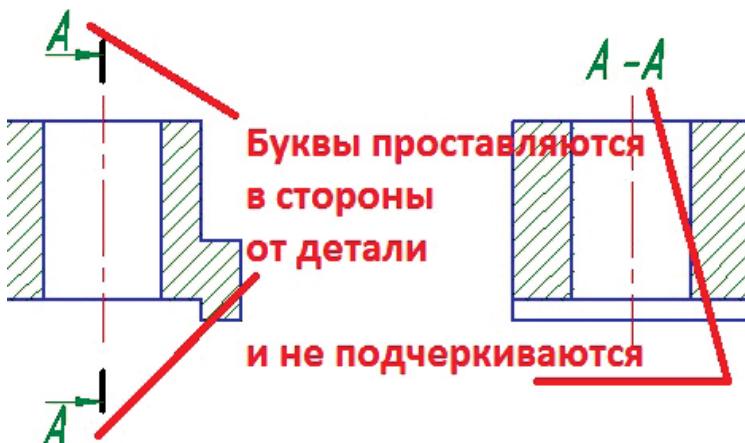


Рис. 103. Обозначение разреза буквами

Прежде чем проставлять размеры на чертеже, рассмотрим особенности *видовых экранов*, которые дают возможность вставлять любое изображение из *Модели* на *Лист* в определенном масштабе.

5.2. Видовые экраны

Допустим, вы создали схему (на чертеже она не завершена, а показана как возможность ее перенесения на лист). Установим слой видового экрана *Defpoints* (рис. 104), который не печатается на формате листа.



Рис. 104. Свойства слоя *Defpoints*

На *Ленте Лист* → *Видовые экраны листа* — выбрать *Прямоугольный* → *Угловая точка видового экрана* — ЛКМ выбрать Конточку 1 → *Противоположный угол* (точка 2) → ЛКМ найти схему и вписать в *Видовой экран* → выйти за пределы *Видового экрана*, щелкнуть ЛКМ 2 раза (рис. 105).

Чтобы изображение не перемещалось во время работы, необходимо *заблокировать Видовой экран* (рис. 106). ПКМ по линии видового экрана → откроется *Контекстное меню* → найти *Показать блокированные* → Да.

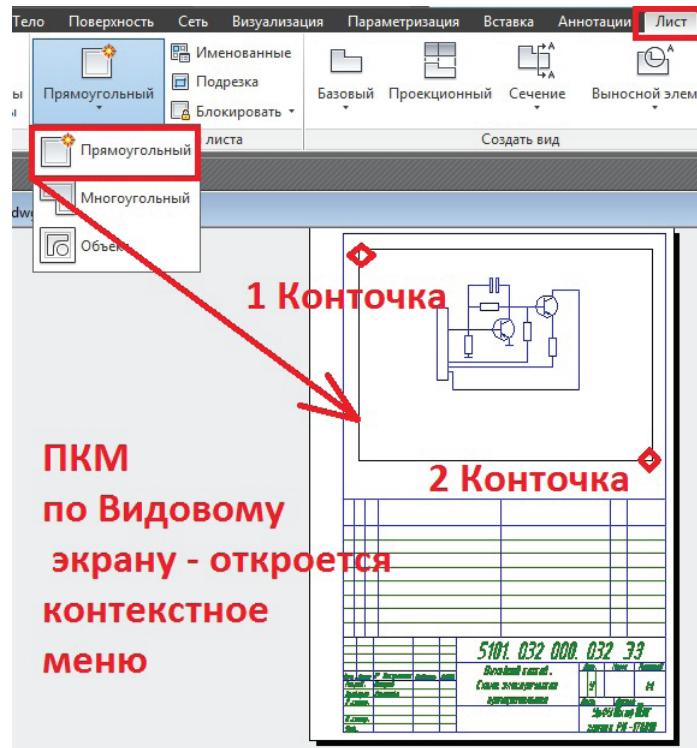


Рис. 105. Вкладка *Видовые экраны листов*

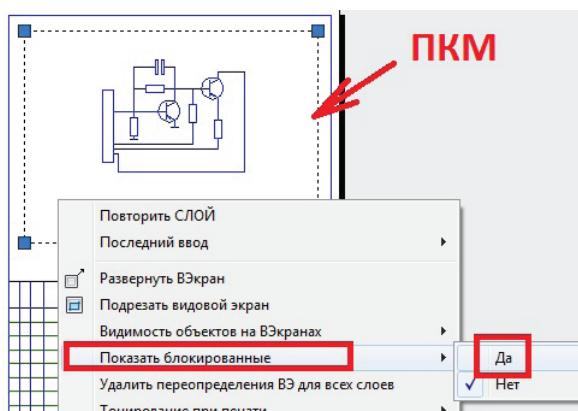


Рис. 106. Контекстное меню *Блокирование Видового экрана*

Вопросы для самоконтроля

1. Каким образом сменить один слой на другой, чтобы поменять толщину линий на чертеже?
2. Какие приемы применяются для создания отверстий?
3. Назовите стандартные геометрические тела в AutoCAD.
4. Что называется текущим слоем?

6. Построение местного разреза

6.1. Выполнение местного разреза

Для построения местного разреза детали можно использовать несколько приемов выполнения. Выбор зависит от сложности внешней и внутренней формы детали (рис. 107).

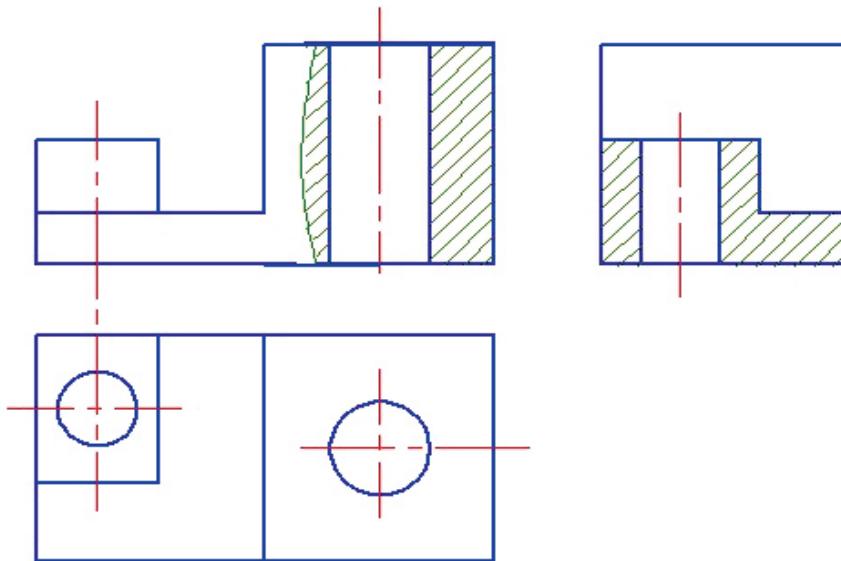


Рис. 107. Построение местных разрезов

Ограничение линии местного разреза выполняется сплошной волнистой линией на слое **тонкая**, ЛКМ по кнопке **Спайн** (рис. 108) → **Укажите первую точку** ЛКМ → **Следующая точка** ЛКМ → **Enter**.

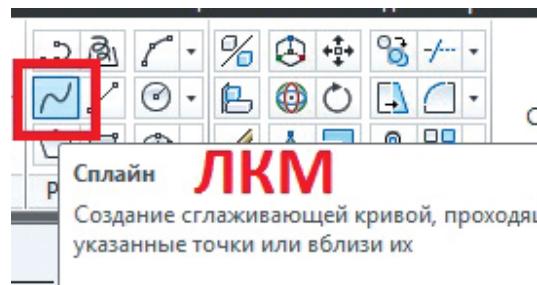


Рис. 108. Кнопка *Сплайн*

6.2. Совмещение части вида и разреза

Для выполнения линии совмещения части вида и разреза симметричной детали применяют ось симметрии (см. прил. 6). В AutoCAD вырезается только четверть детали и остается основная линия чертежа, которую необходимо отредактировать.

При автоматизированном создании проекционных видов их невозможно разблокировать, чтобы все линии детали стали отдельными геометрическими примитивами. Поэтому выполняют *Сечение Половинное* (рис. 109), а затем редактируют изображение (рис. 110).

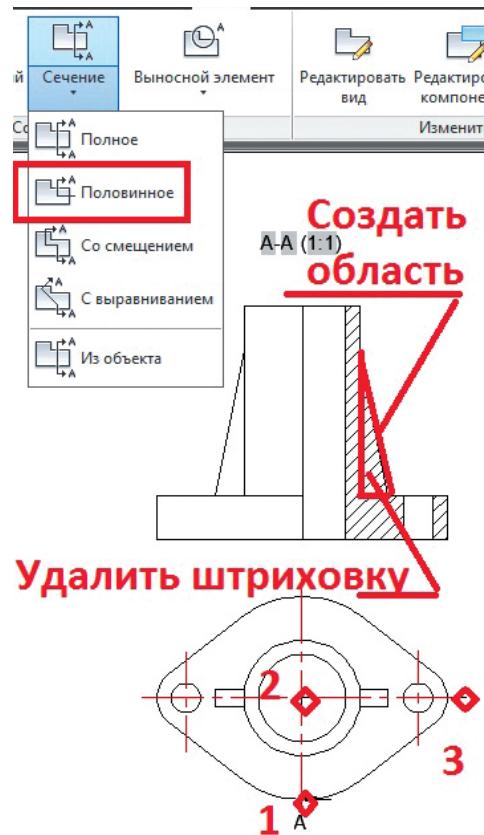


Рис. 109. Соединение части вида и разреза

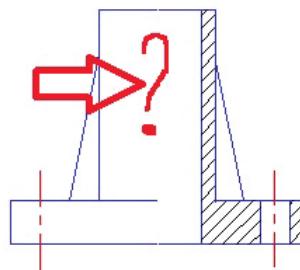


Рис. 110. Удаление штриховки и линии разреза

Линию оси симметрии можно сначала «закрасить», создав слой **фон** (белого цвета), а затем провести осевую линию, соединяющую часть вида и разреза. Существует несколько способов и приемов, которые применяются в редактировании изображений деталей. Мы рассмотрели только некоторые из них.

Необходимо запомнить: тонкие стенки и ребра жесткости (см. прил. 6) в продольных разрезах не штрихуют (см. рис. 110).

7. Проставление размеров

Выполним настройки для простановки размеров по ГОСТ 2.307–2011 (прил. 8).
ЛКМ *Аннотации* → *Диспетчер размерных стилей* → *Новый — Имя нового стиля* —
Размеры → *Далее* → окно *Новый размерный стиль* (рис. 111).

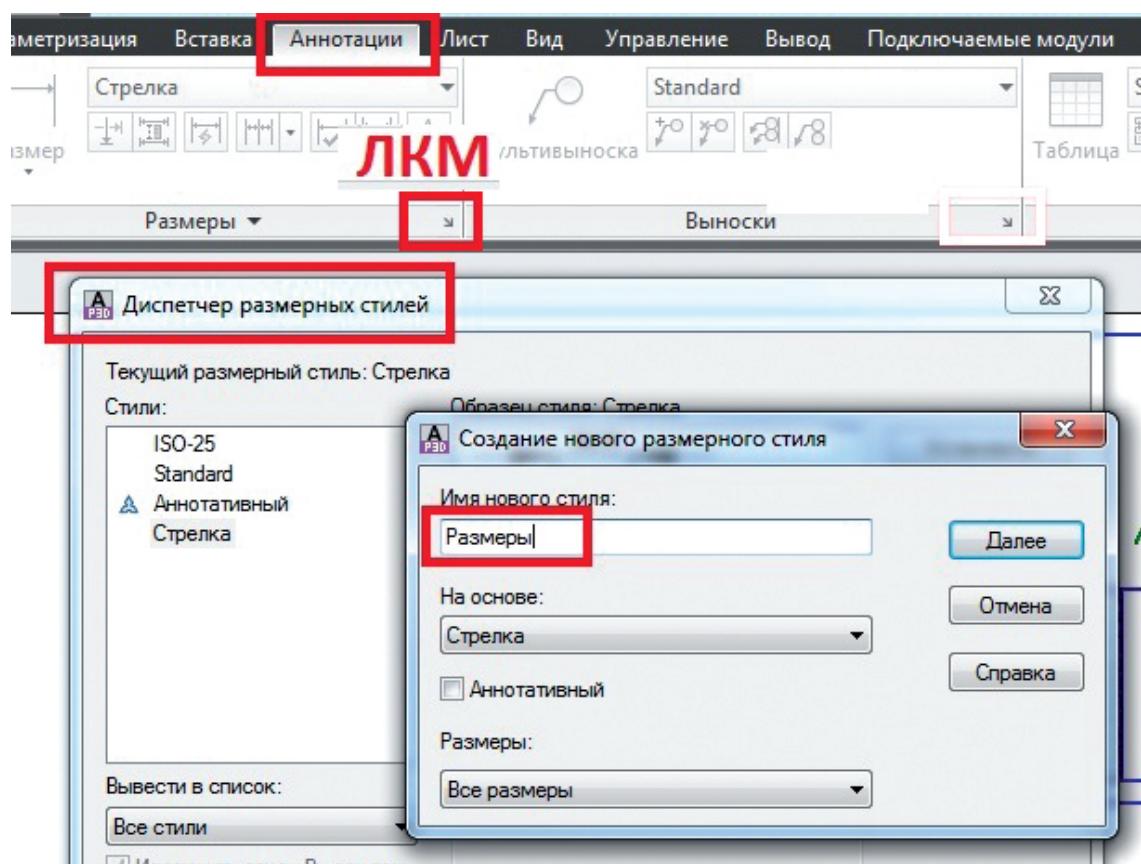
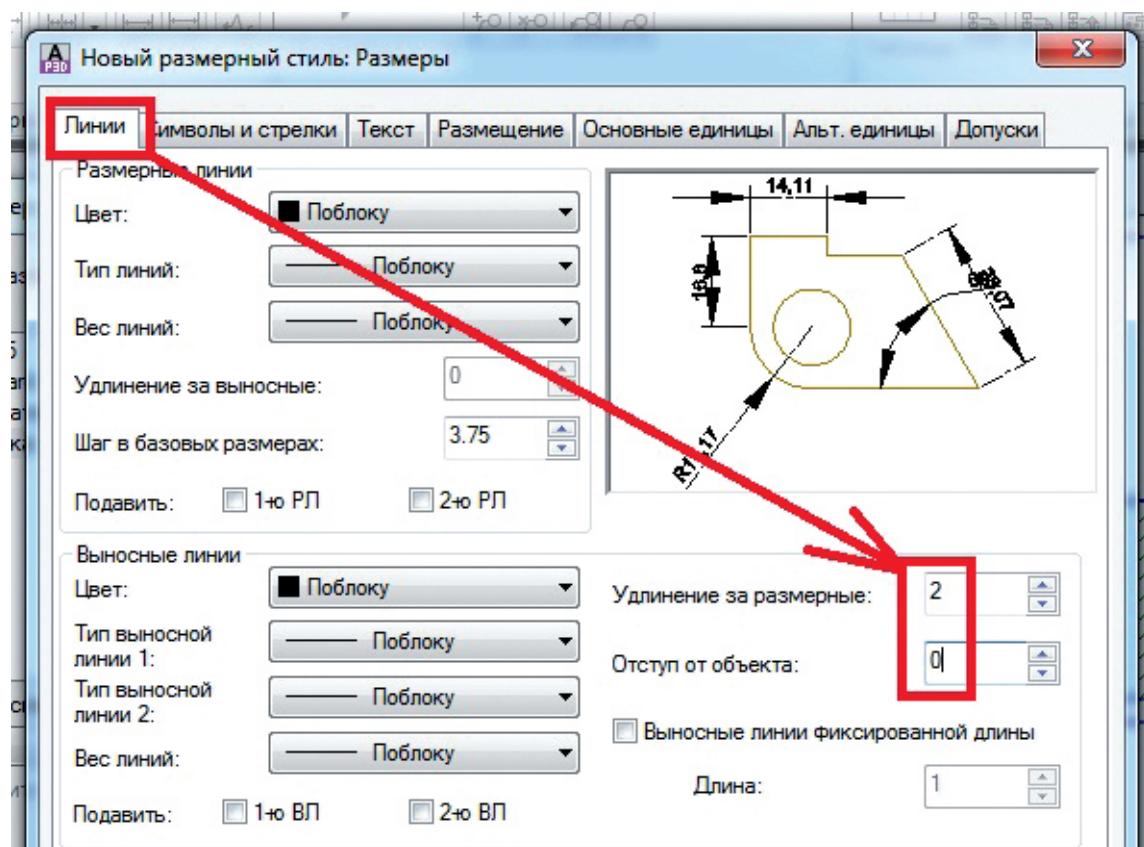
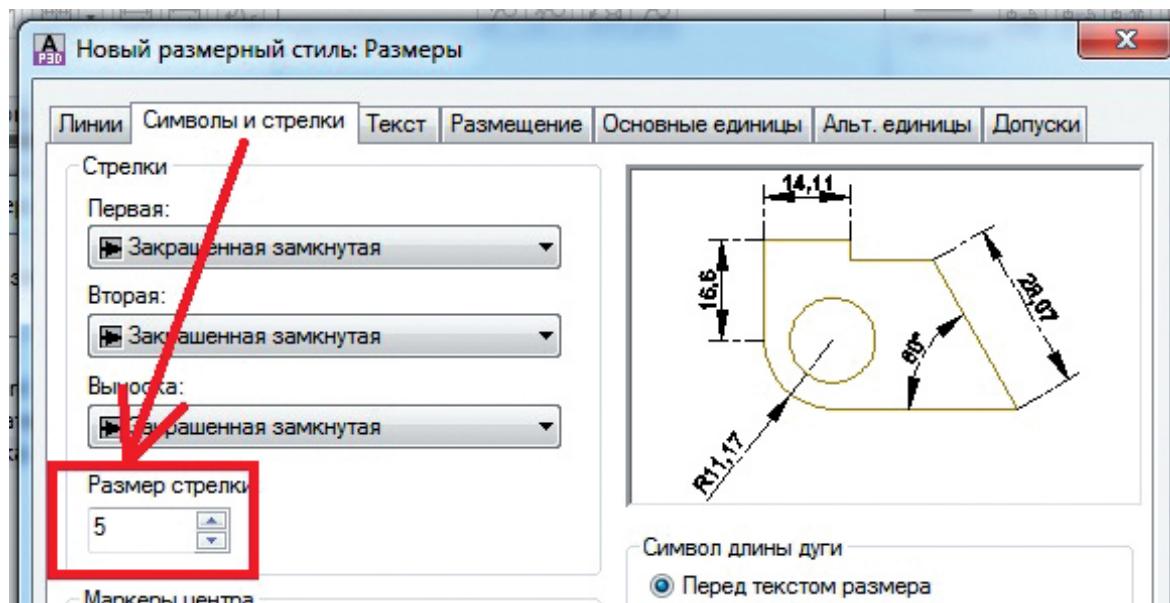


Рис. 111. Окно *Диспетчер размерных стилей*

Новый размерный стиль **Размеры** должен иметь следующие свойства (рис. 112–115).

Рис. 112. Окно *Новый размерный стиль: вкладка Линии*

Изменить размер стрелки для размеров на 5 мм (рис. 113).

Рис. 113. Вкладка *Символы и стрелки*

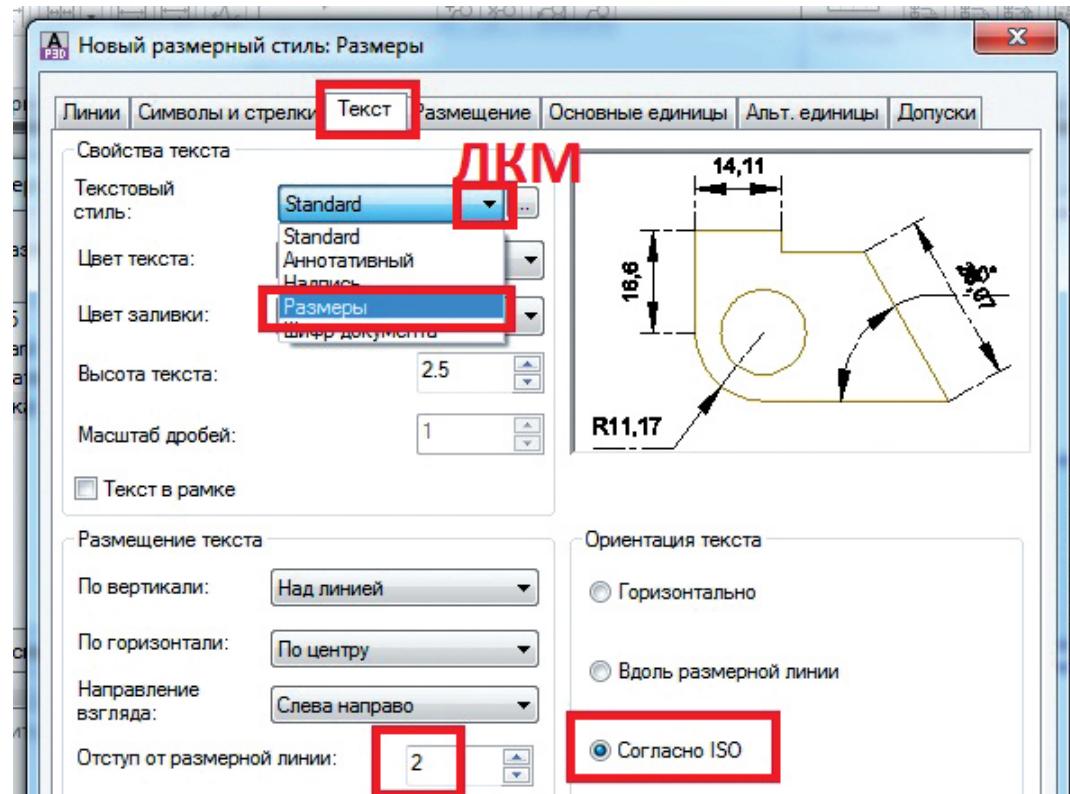


Рис. 114. Вкладка *Текст*

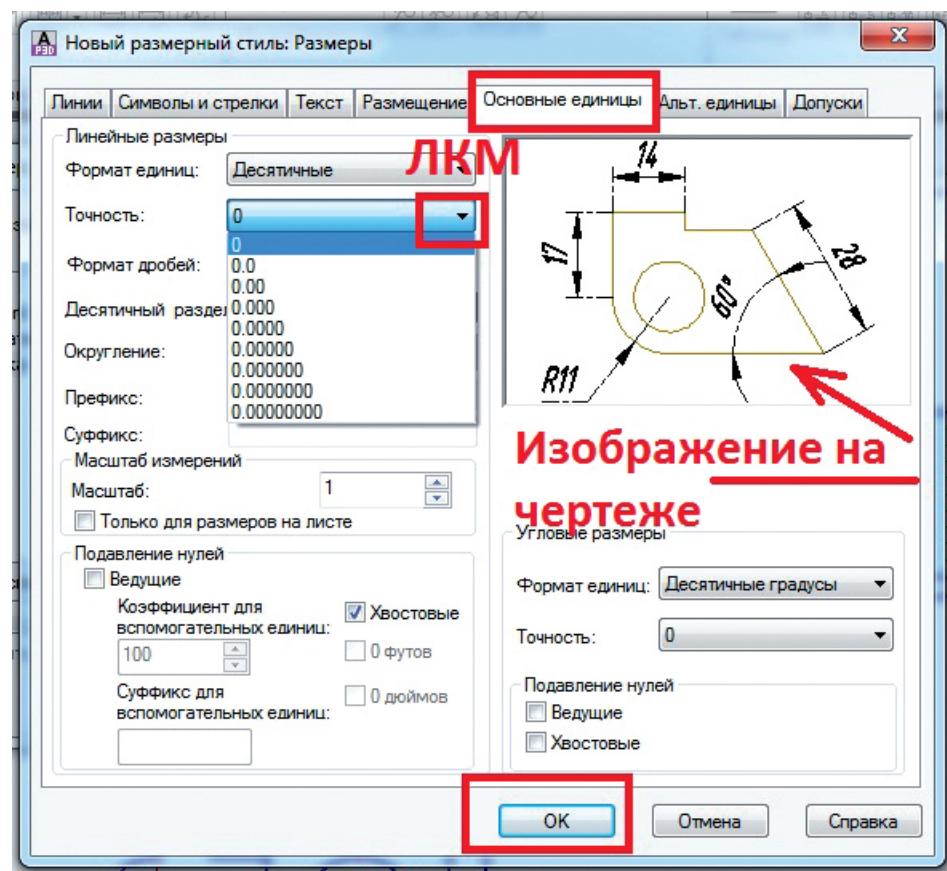


Рис. 115. Вкладка *Основные единицы*

После настройки всех свойств размеров ЛКМ → **Установить** → ЛКМ **Закрыть**. Все надписи на чертежах и размеры выполняются в слое **тонкая**. В выпадающем **Меню размеров** (рис. 116) ЛКМ выбирают нужный и читают **Командную строку**.

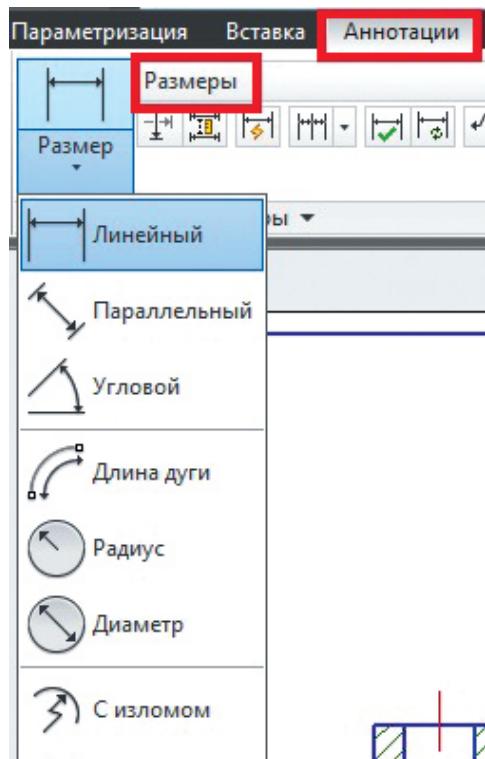


Рис. 116. Меню размеров

Алгоритм нанесения размеров на поверхности детали

1. Проанализируйте внешние и внутренние поверхности детали.
2. Проставьте прежде всего меньшие по величине внутренние размеры детали.
3. Проставьте оставшиеся внутренние размеры детали на разрезах и сечениях.
4. Перейдите к меньшим размерам на внешней форме детали, затем — к более крупным.
5. В последнюю очередь проставляются установочные (между центрами отверстий) и габаритные размеры.

Будем следовать приведенному алгоритму и проставим **Линейные** размеры паза (рис. 117, 118). ЛКМ → **Линейный размер** → **Начало первой выносной линии** — ЛКМ Конточка 1 → **Начало второй выносной линии** → ЛКМ Конточка 2 → **Положение размерной линии** — отступ от основного контура выносных линий на 10 мм → ЛКМ перенести размерное число на середину размерной линии.



Рис. 117. Проставка **Линейного** размера высоты паза

В том случае, если размерное число совпадает с осью симметрии или другой линией, вызвать контекстное меню (щелкнуть ПКМ по размеру) → выбрать **Перенести только текст** → сдвинуть число влево или вправо ЛКМ (рис. 118).

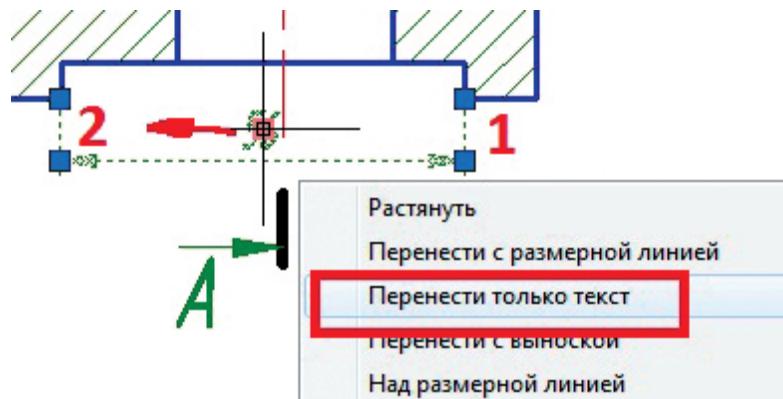


Рис. 118. Простановка *Линейного* размера ширины паза

При простановке размеров отверстий (см. прил. 8) предпочтительным является выбор *Линейного* размера (рис. 119), который в дальнейшем редактируется.

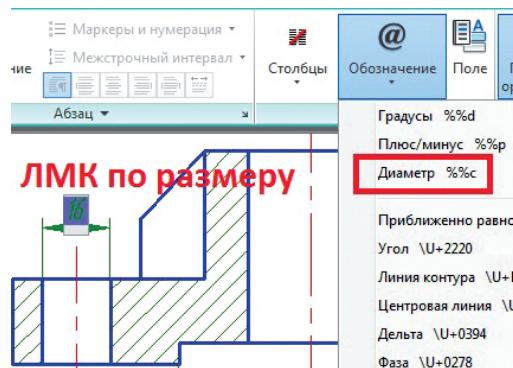


Рис. 119. Редактирование *Линейного размера* диаметра отверстия

Для переноса размерного числа вдоль размерной линии можно использовать «ручки» (рис. 120).

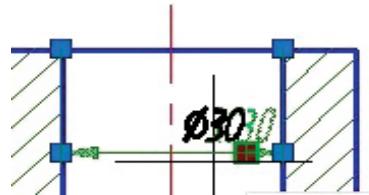
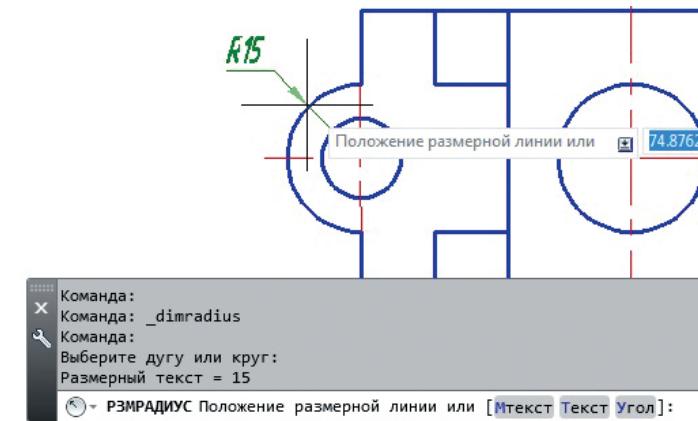


Рис. 120. Перенос размерного числа

Как показано на рис. 120, размеры внутренних отверстий могут быть проставлены непосредственно на отверстии.

Если в детали имеются дуги (рис. 121), то размер дуги радиуса проставляется на выносной линии с полкой-выноской вправо или влево.

Рис. 121. Простановка размера *Радиус*

Остальные размеры проставляются в последовательности алгоритма. При простановке габаритных размеров иногда применяют знак звездочки «*», изображение которого отсутствует в списке **Обозначений**, его можно найти в других приложениях (рис. 122).

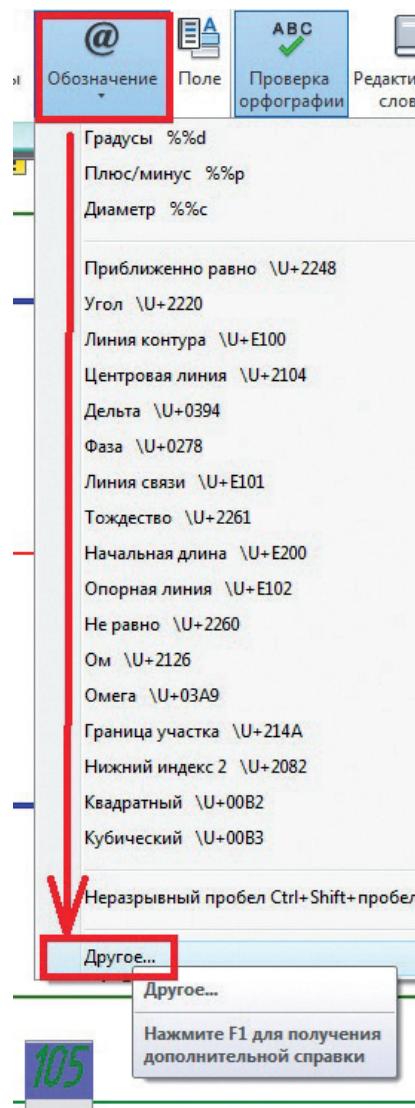


Рис. 122. Обозначение символов на чертеже

Обозначение этого знака — ** Размеры для справок* — записывают над основной надписью чертежа, отступив 10 мм (рис. 123).

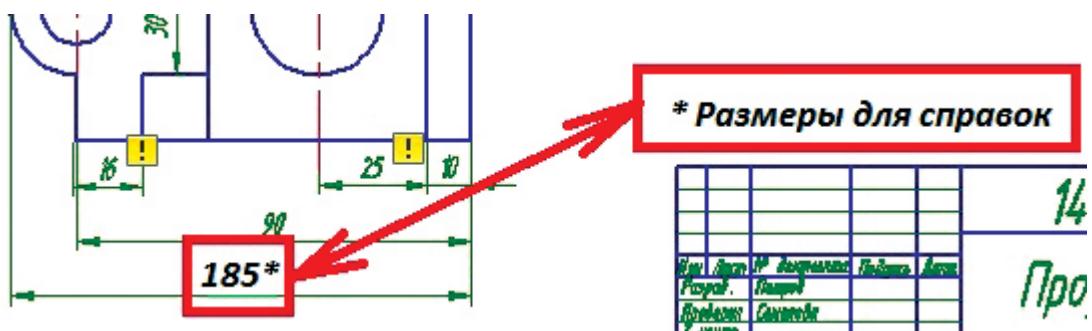


Рис. 123. Обозначение * *Размеры для справок*

Таким образом, мы рассмотрели основные правила простановки размеров на чертежах и получили чертеж детали (рис. 124).

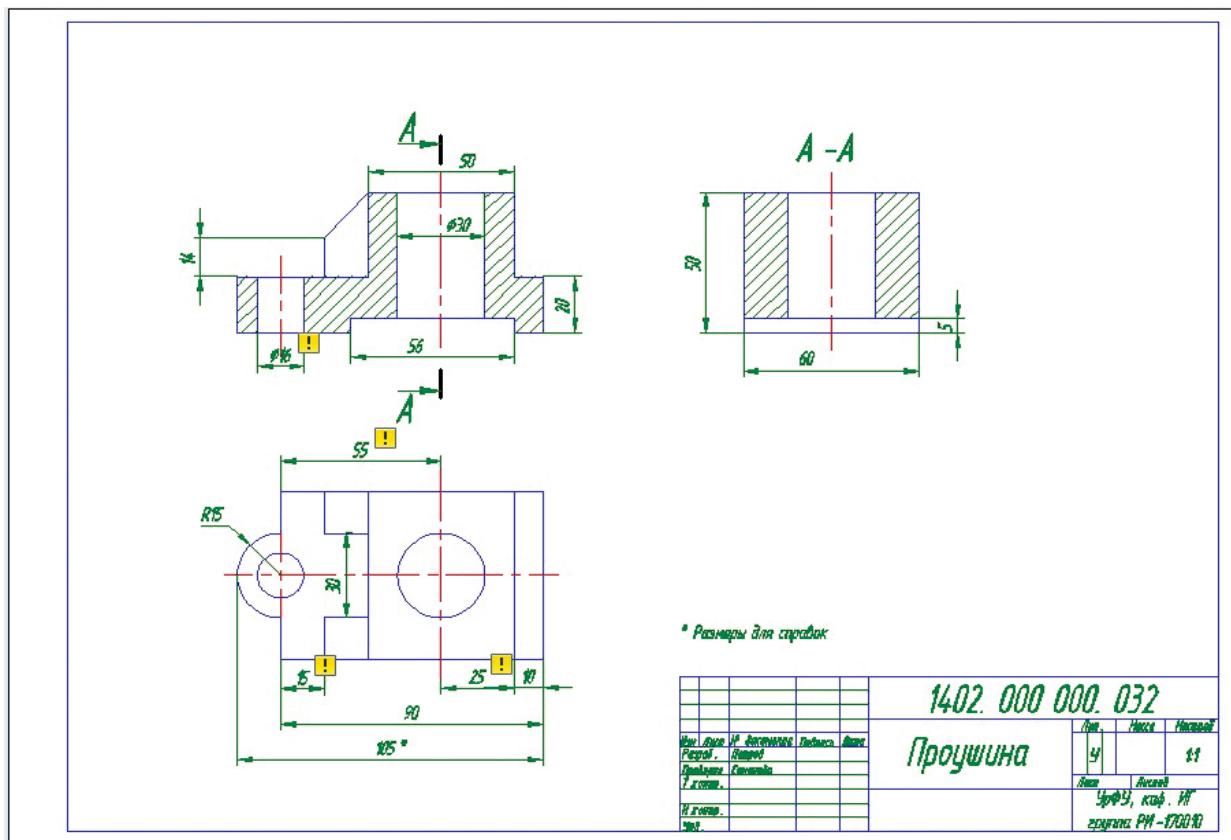


Рис. 124. Чертеж детали «Проушина»

8. Вывод чертежа на печать

Прежде чем распечатывать формат листа, необходимо проверить установки печати в настройках, т. к. при первом обращении пользователя к вкладке *Лист* на нем отображается *Область печати* штриховой линией (рис. 125).



Рис. 125. Вкладка *Лист* — *Область печати*

В нашем случае (см. табл. 1, п. 3) мы предлагаем удалить с листа видовой экран → ЛКМ → Delete и штриховую линию → Границы области печати отключить.

Печать листа вызывается ПКМ по вкладке *Лист* — *Разрез* (рис. 126), открывается выпадающий список действий с листами.

Выбираем ЛКМ → Печать → открывается диалоговое окно *Печать* — *Разрез* для настройки параметров. Установим *Таблицу стилей печати* — monochrome.ctb → выберем Принтер/Плоттер (если его нет, то DWG To PDF pc3, тогда чертеж сохранится в указан-

ную вами папку как файл PDF для дальнейшей печати) → Учитывать веса линий → Масштаб печати — 1:1 → Что печатать — Лист → Просмотр (рис. 127).

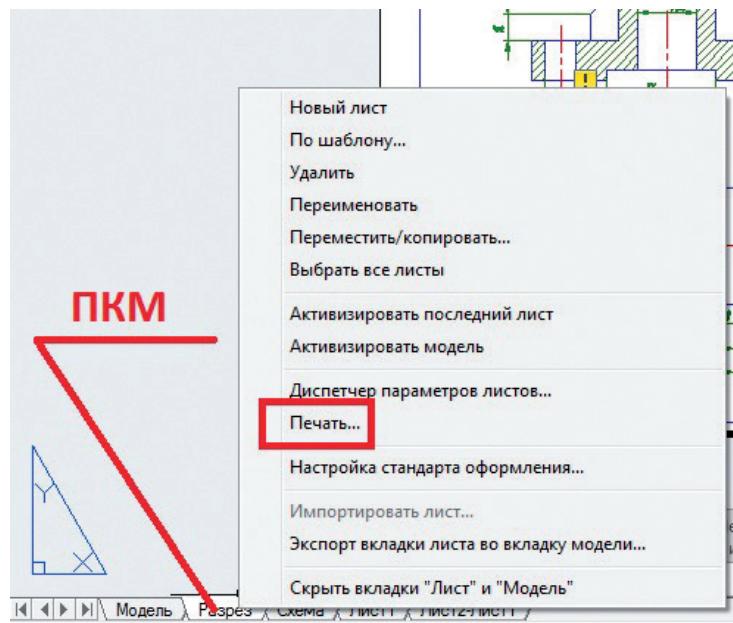


Рис. 126. Вызов списка действий с листами

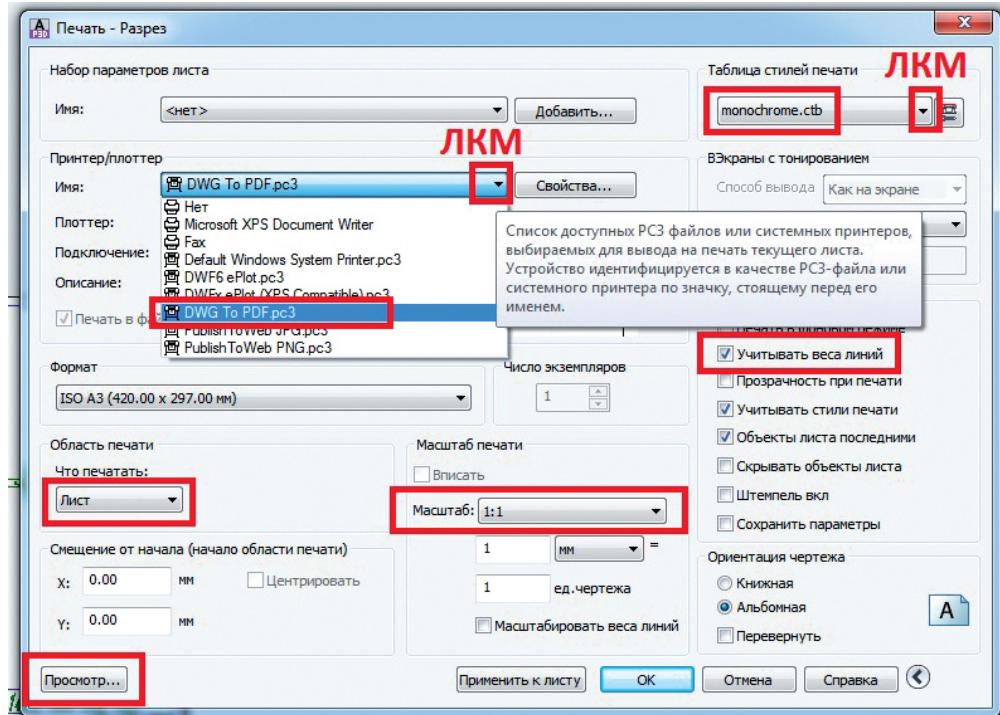


Рис. 127. Окно *Печать – Разрез* для настроек

Предварительный просмотр позволяет увидеть результат печати рисунка с учетом всех параметров (рис. 128).

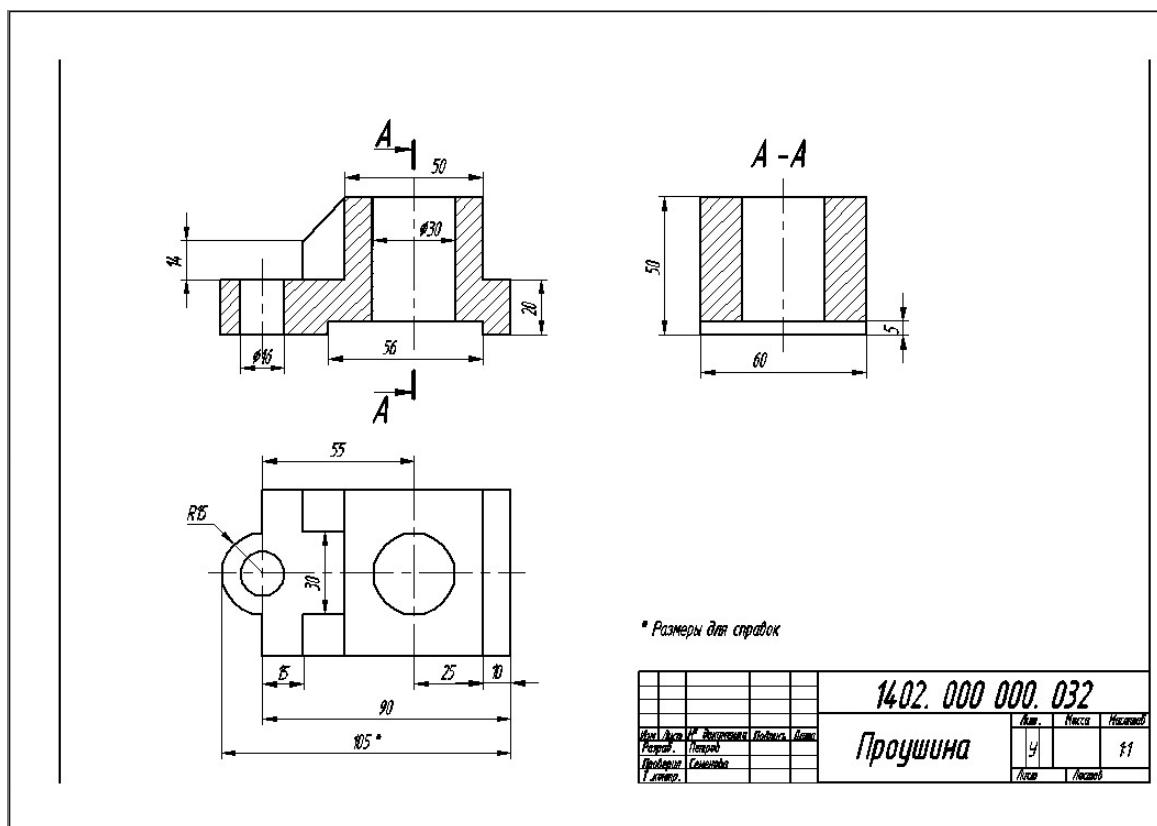


Рис. 128. Предварительный просмотр рисунка

На рис. 128 видно, что плоттер не пропечатает нижнюю часть рамки чертежа, следовательно, нужно отказаться от такой печати и изменить параметр — **Что печатать — Лист на Рамку** (рис. 129). Полученный результат (рис. 130.) можно сохранить (рис. 131).

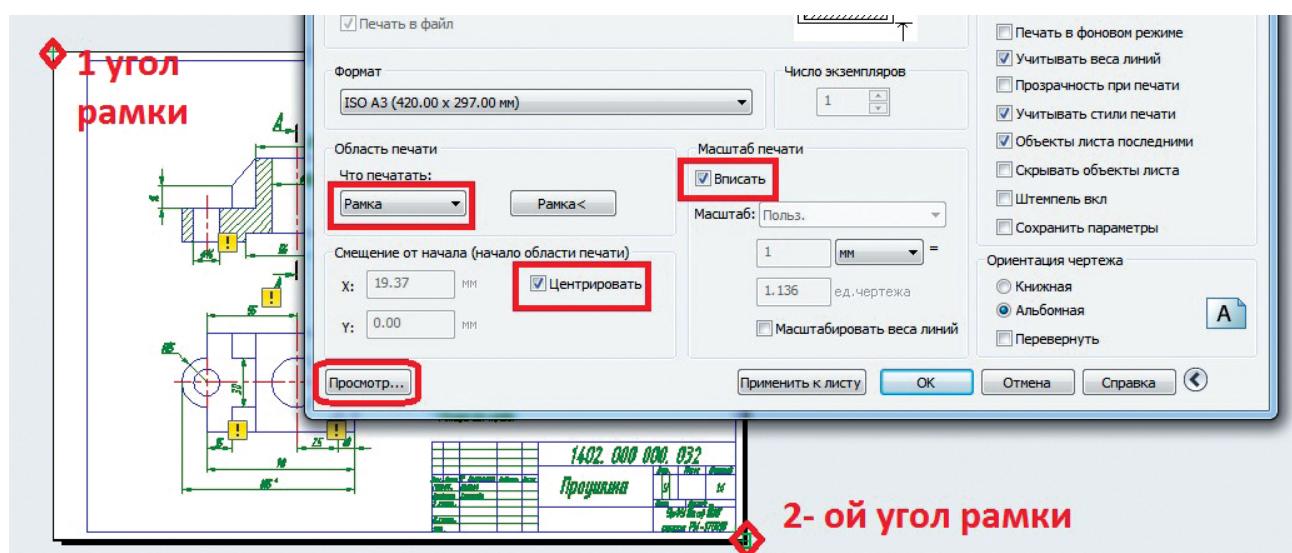


Рис. 129. Изменение параметров печати листа

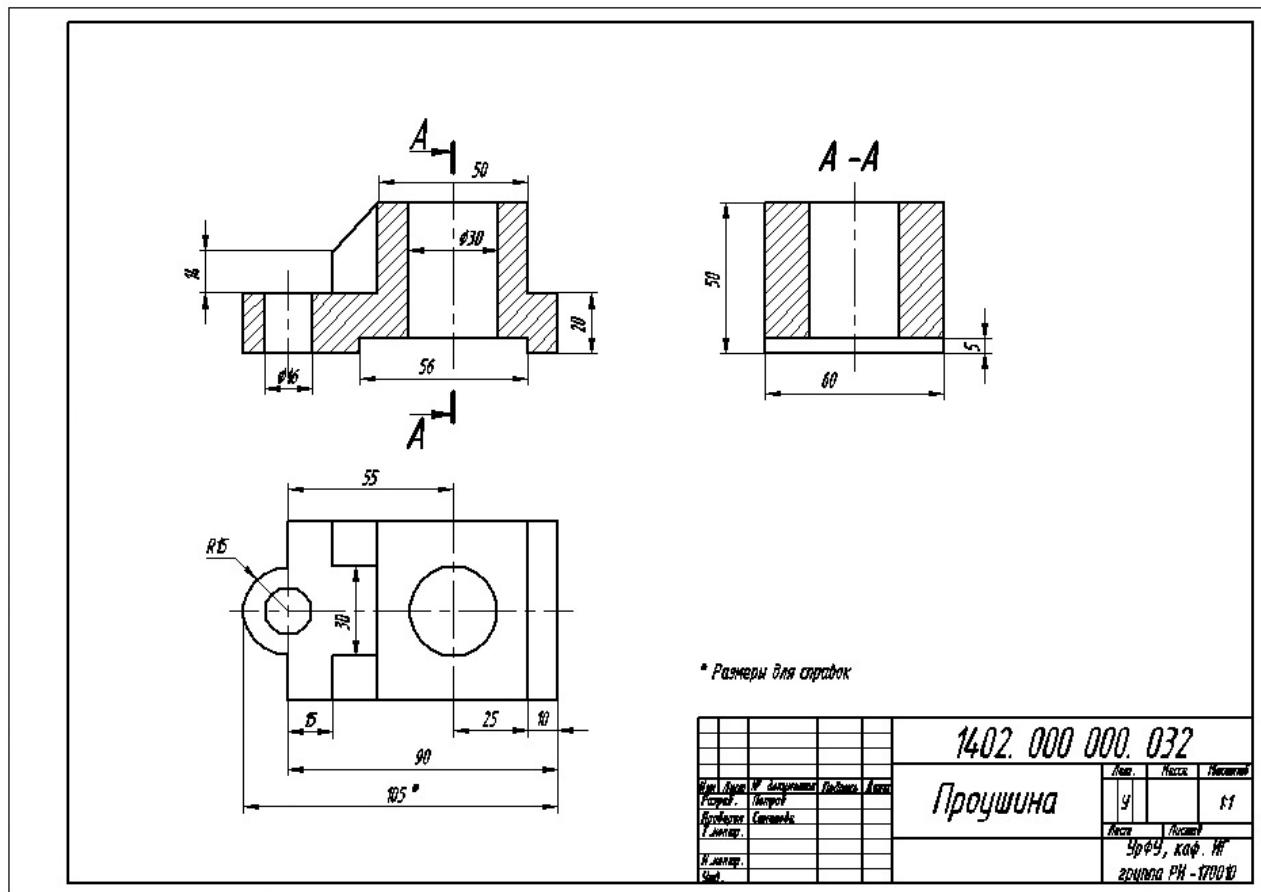


Рис. 130. Предварительный просмотр измененных параметров печати

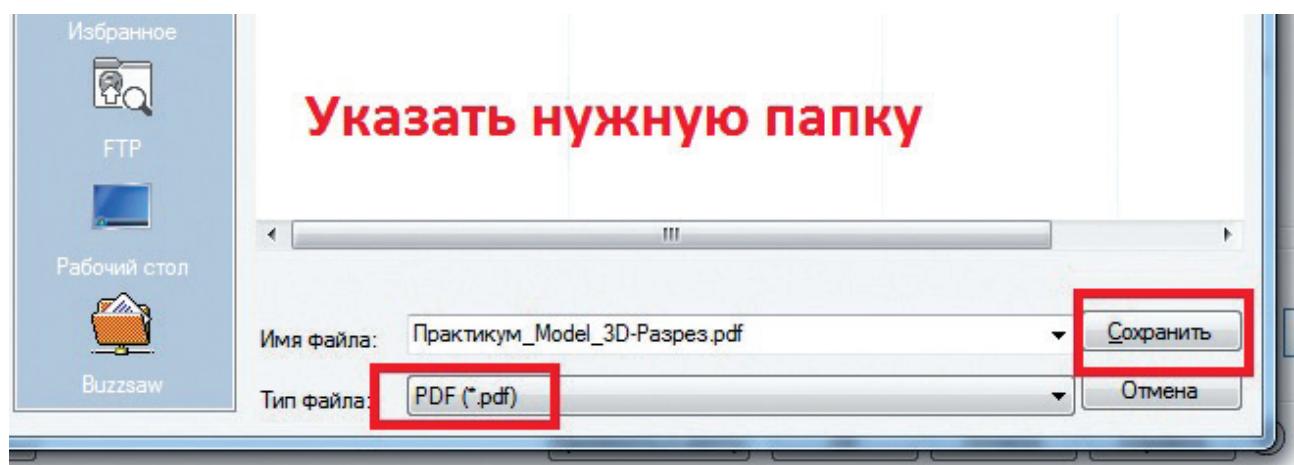


Рис. 131. Сохранение рисунка в файл PDF

Затем можно посмотреть файл PDF и распечатать его на принтере или плоттере (рис. 132). При профессиональной печати все настройки печати выполняет приемщик работы.

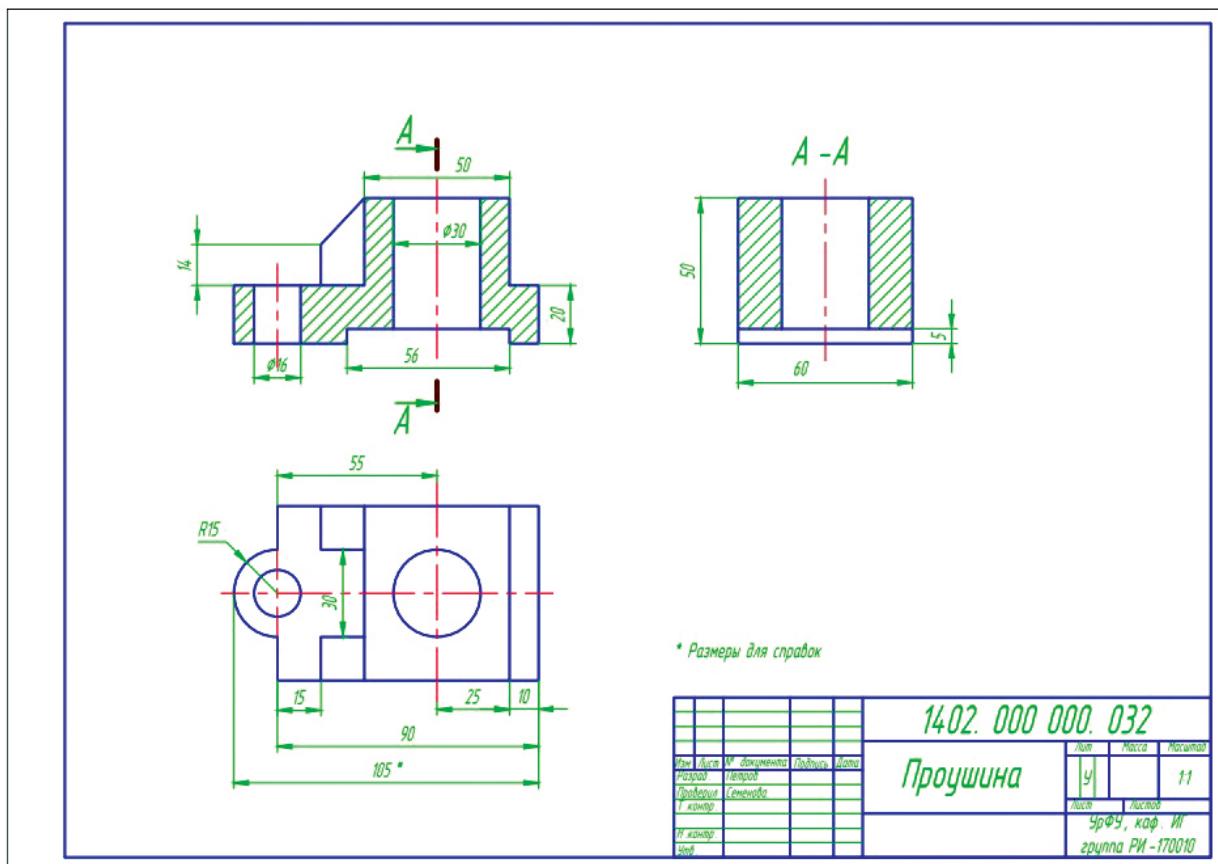


Рис. 132. Сохраненный файл PDF

При правильной печати программа оповещает пользователя о завершении печати (рис. 133).

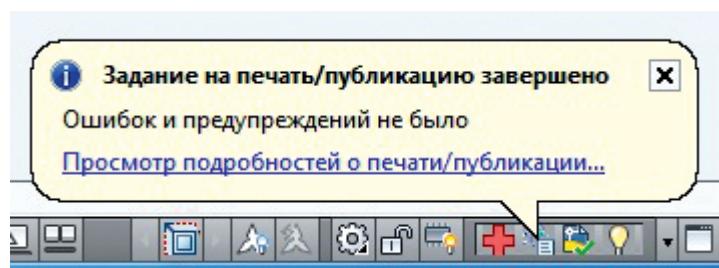


Рис. 133. Оповещение программы о печати

Порядок выполнения графической работы

По двум проекциям предмета, приведенным в приложении 9:

- 1) выполните 3D-модель;
- 2) по 3D-модели постройте ортогональный чертеж предмета с применением необходимых простых разрезов, проставьте размеры.

Пример выполнения работы см. на рис. 132.

Библиографический список

1. Попова Г. Н. Машиностроительное черчение : справочник / Н. Г. Попова, С. Ю. Алексеев. 4-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : Политехника, 2006. 456 с.
2. Семенова Н. В. Инженерная графика : учеб. пособие / Н. В. Семенова, Л. В. Баранова. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 88 с.
3. Кириллова Т. И. Компьютерная графика AutoCAD 2013, 2014 : учебное пособие / Т. И. Кириллова, С. А. Поротникова. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 158 с.
4. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей : [сб. стандартов]. Москва : Изд-во стандартов, 2014. 160 с.
5. Единая система конструкторской документации. Основные положения : [сб. стандартов]. Москва : Стандартинформ, 2005. 254 с.
6. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах : [сб. стандартов]. Москва : Стандартинформ, 2012. 73 с.

Приложение 1

Выписка из ГОСТ 2.301–68 «Форматы»

Форматы графических и текстовых конструкторских документов определяются размерами внешней рамки, мм:

A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Приложение 2

Выписка из ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи»

Внутреннюю рамку графических и текстовых конструкторских документов выполняют сплошными основными линиями, а основную надпись — сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303–68.

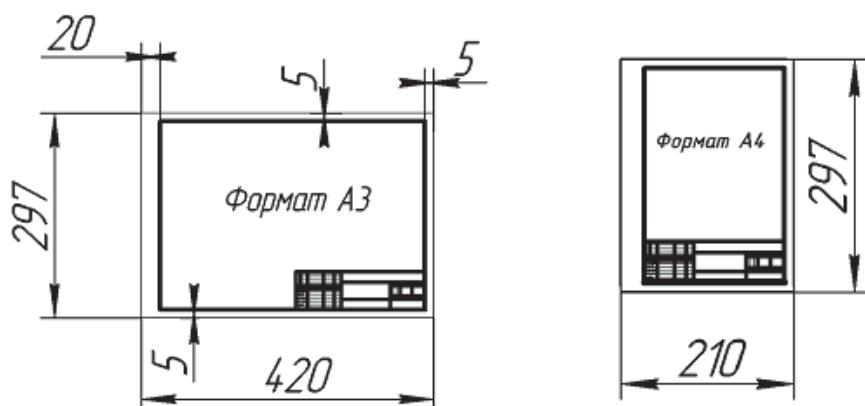


Рис. П.1. Внутренняя рамка на формате А3 и формате А4

Основную надпись располагают в правом нижнем углу конструкторских документов.

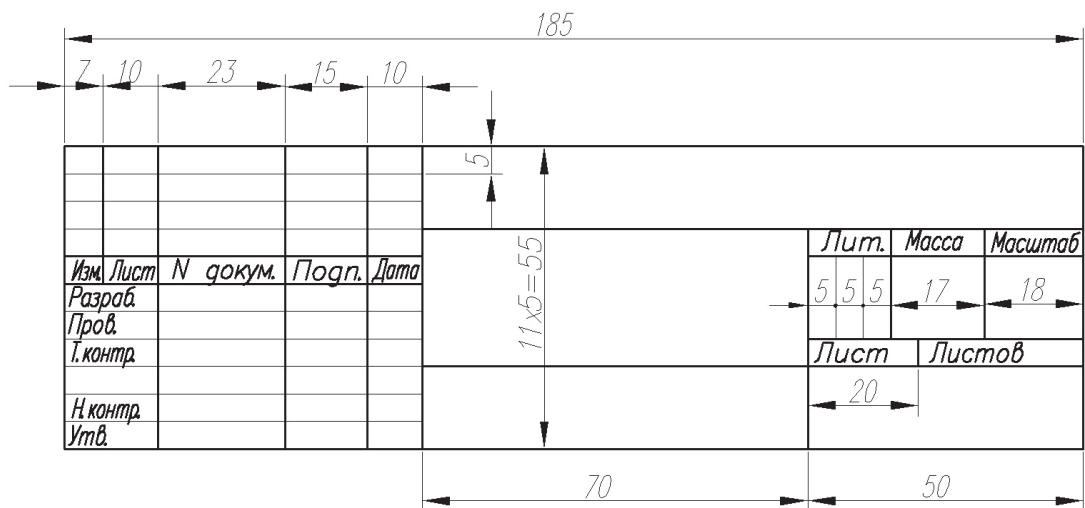


Рис. П.2. Основная надпись для чертежей и схем — форма 1

Приложение 3

Выписка из ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные»

ГОСТом установлены следующие типы шрифта (могут быть без наклона и с наклоном 75°):

ГОСТ тип А

АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОП РСТУФХЦЧШЩЬЫЬЭЮЯ
абвгдеёжзиийклмноп рстуфхцчшшьыьэюя
абвгдеёжзиийклмноп
рстуфхцчшшьыьэюя
1234567890

ГОСТ тип Б

АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОП РСТУФХЦЧШЩЬЫЬЭЮЯ
абвгдеёжзиийклмноп рстуфхцчшшьыьэюя
абвгдеёжзиийклмноп
рстуфхцчшшьыьэюя
1234567890

Приложение 4

Выписка из ГОСТ 2.302–68 «Масштабы»

Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующего ряда.

Масштабы уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Натуральная величина: 1:1.

Масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Приложение 5

Выписка из ГОСТ 2.303–68 «Линии»

Линия является основным элементом чертежа. Различаются линии между собой по типу и по толщине.

Сплошная толстая линия применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и входящего в состав разреза. Толщина сплошной основной линии $S = 0,5\ldots 1,4$ мм (в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа).

Сплошная тонкая линия применяется для изображения размерных и выносных линий, штриховки сечений, линии контура наложенного сечения, линии–выноски, линии для изображения пограничных деталей (*обстановка*). Толщина сплошной тонкой линии — $S/3\ldots S/2$. **Сплошная волнистая линия** применяется для изображения линий обрыва, линии разграничения вида и разреза. Толщина сплошной волнистой линии $S/3\ldots S/2$.

Штрихпунктирная тонкая линия применяется для изображения осевых и центровых линий, линий сечения, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений. Толщина штрихпунктиром тонкой линии $S/3\ldots S/2$.

Приложение 6

Выписка из ГОСТ 2.305–2008 «Изображения — виды, разрезы, сечения»

На разрезе показывается то, что расположено в секущей плоскости, и то, что за ней.

Допускается соединять половину вида и половину разреза симметричной фигуры, используя в качестве разделяющей линии ось симметрии (рис. П.3).

Местный разрез — изображение, служащее для выявления внутренней формы лишь в отдельном, ограниченном месте. Местный разрез выделяется сплошной волнистой линией (рис. П.3).

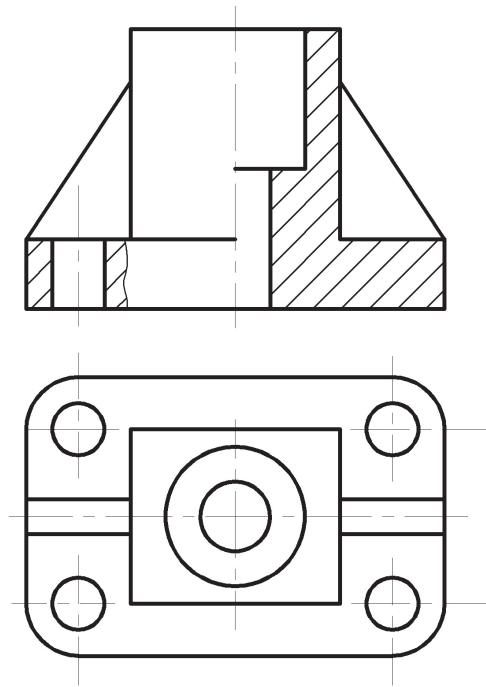


Рис. П.3. Изображение предмета с применением простого и местного разреза

Если ось симметрии совпадает с ребром, принадлежащим внешнему или внутреннему очертанию предмета, то разрез выполняют, как показано на рис. П.4.

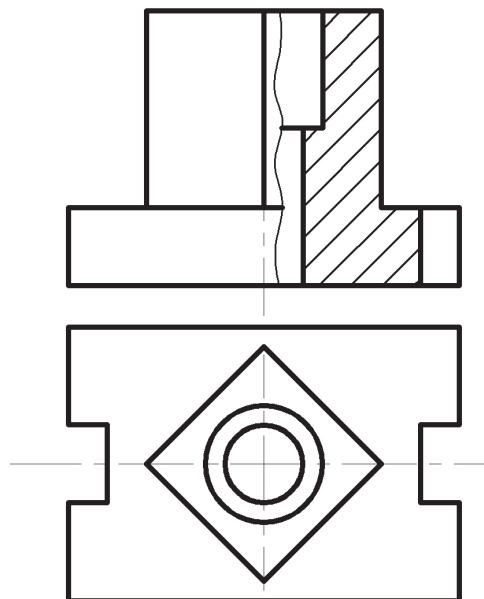


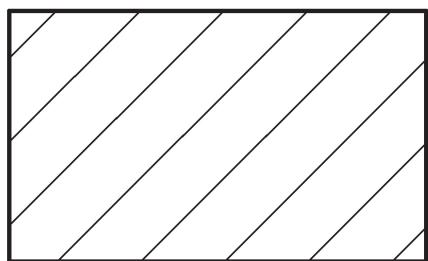
Рис. П.4. Изображение предмета с применением простого разреза

Тонкие стенки типа ребер жесткости на разрезах и сечениях показывают незаштрихованными, если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны такого элемента (рис. П.3).

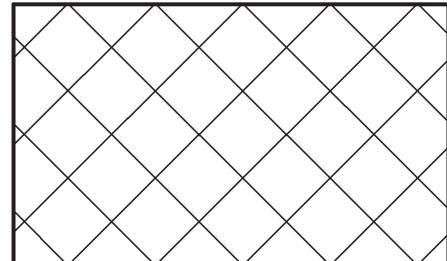
Приложение 7

Выписка из ГОСТ 2.306–68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах»

Графические обозначения материалов в разрезах и сечениях зависят от вида материалов. Штриховка, выполняемая тонкими сплошными линиями, проводится под углом 45° к линии контура изображения (рис. П.5) или к его оси. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки.



a



б

Рис. П.5. Графическое обозначение:
а — металлы и твердые сплавы; *б* — неметаллические материалы (пластмасса, резина)

Приложение 8

Выписка из ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и ...»

Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Выносные линии проводят от линий видимого контура. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура — 10 мм и должны быть выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.

На главном изображении проставляют преобладающее количество размеров, а на остальных изображениях проставляют размеры тех элементов, наличие которых обусловило выполнение данного изображения. Размеры внешних поверхностей наносят со стороны вида, размеры внутренних поверхностей — со стороны разреза (при совмещении вида и разреза) (рис. П.6).

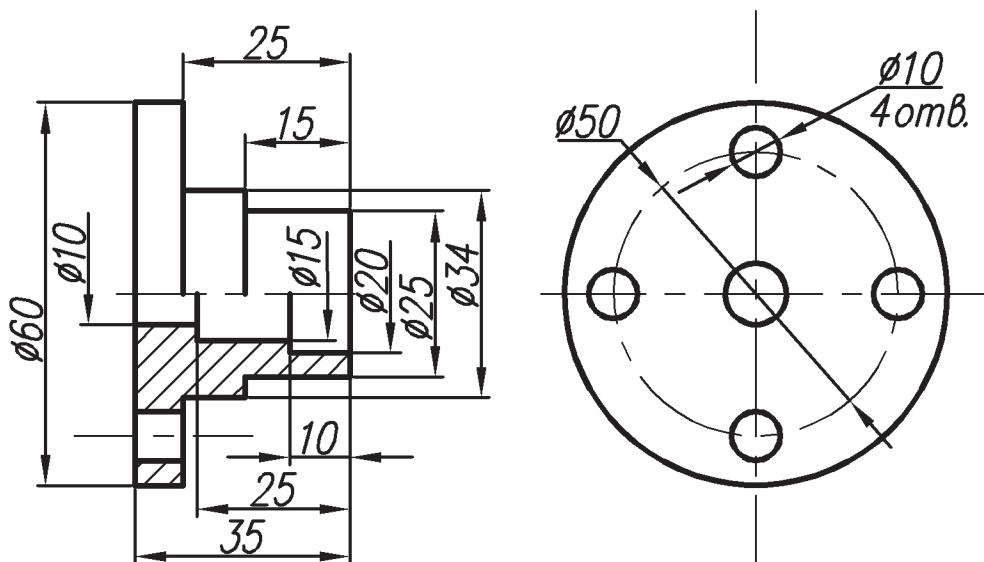
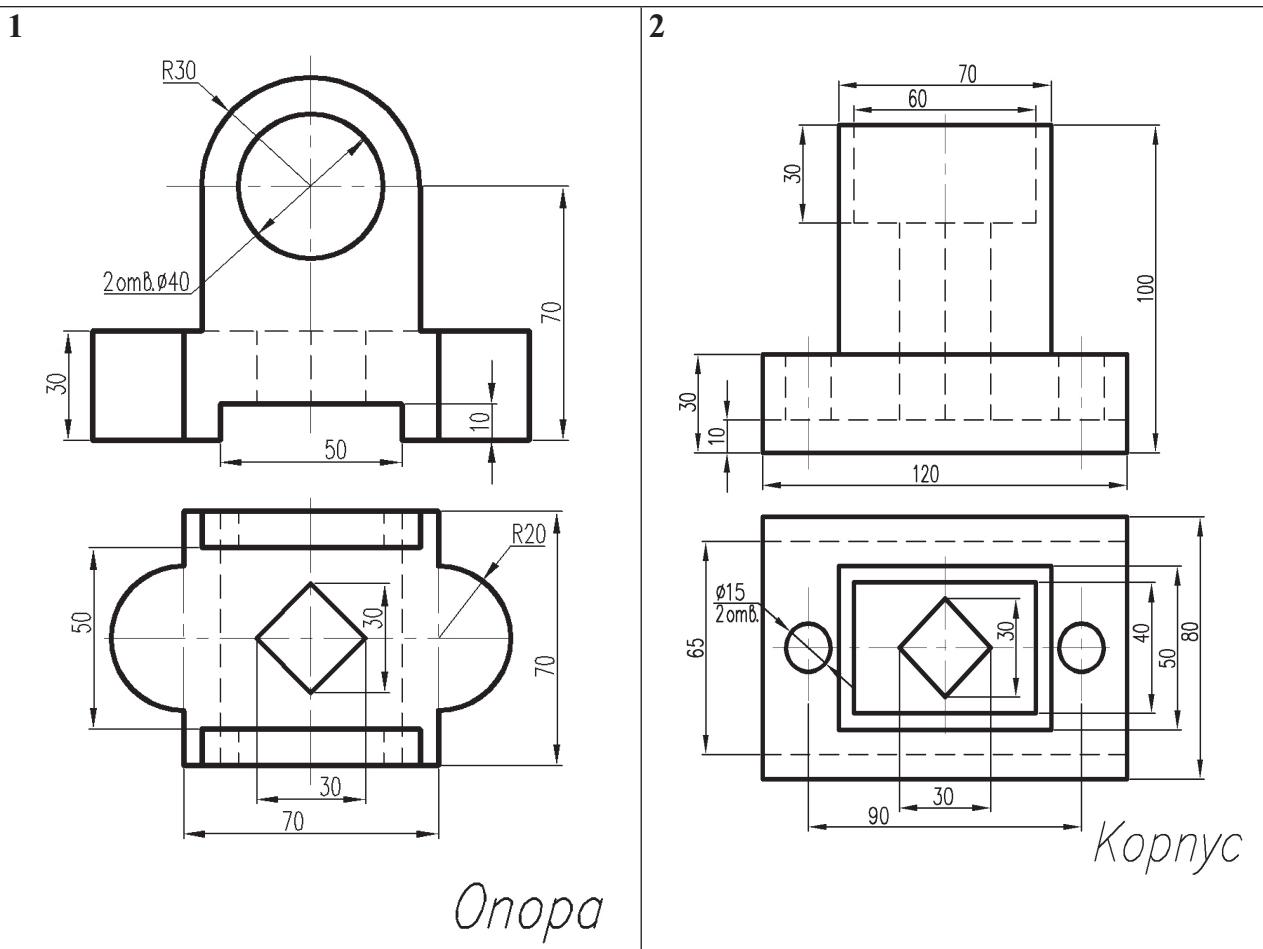


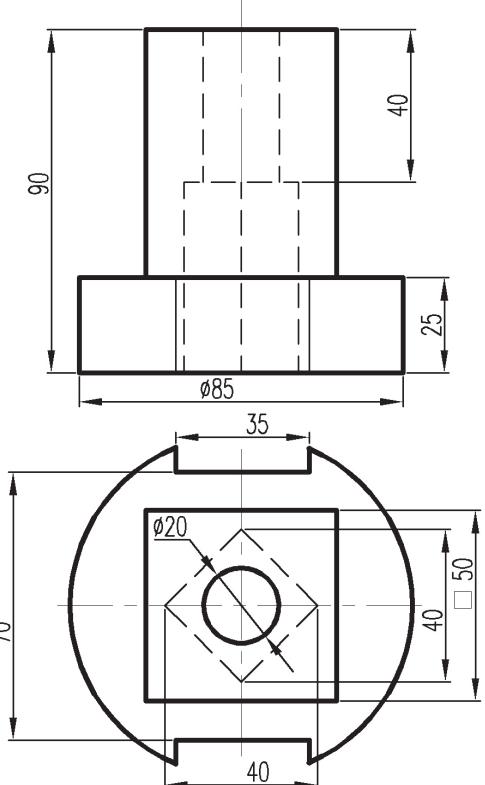
Рис. П.6. Простановка размеров

Приложение 9

Варианты заданий для графической работы

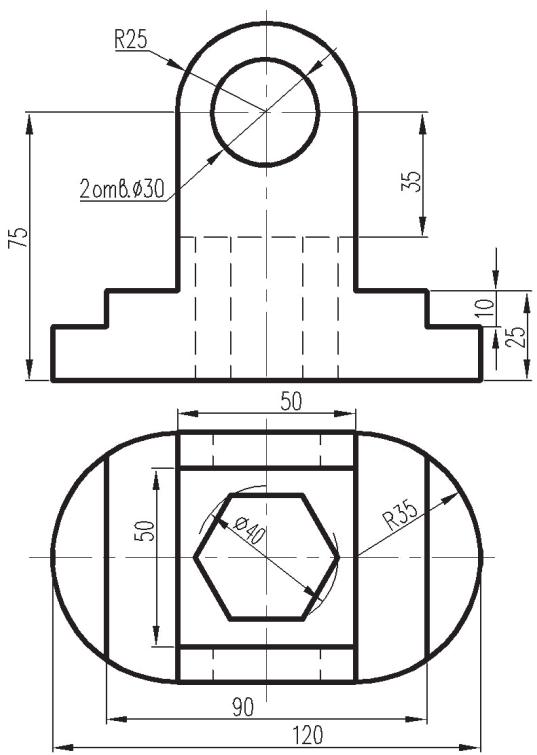


3



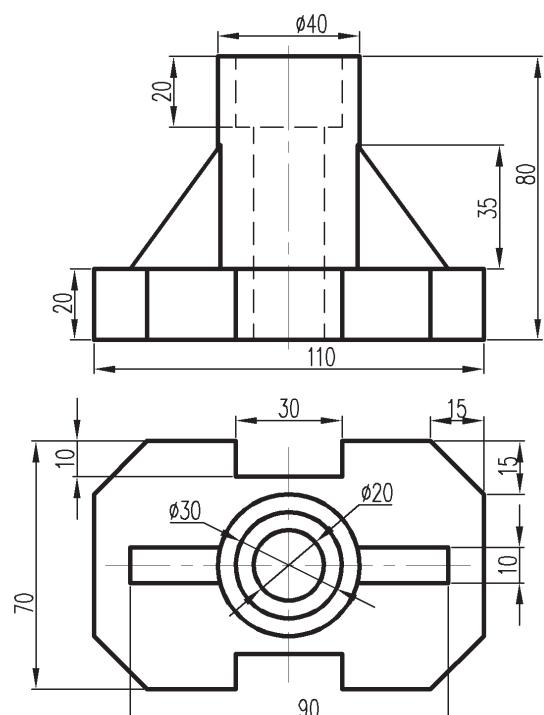
Корпус

4



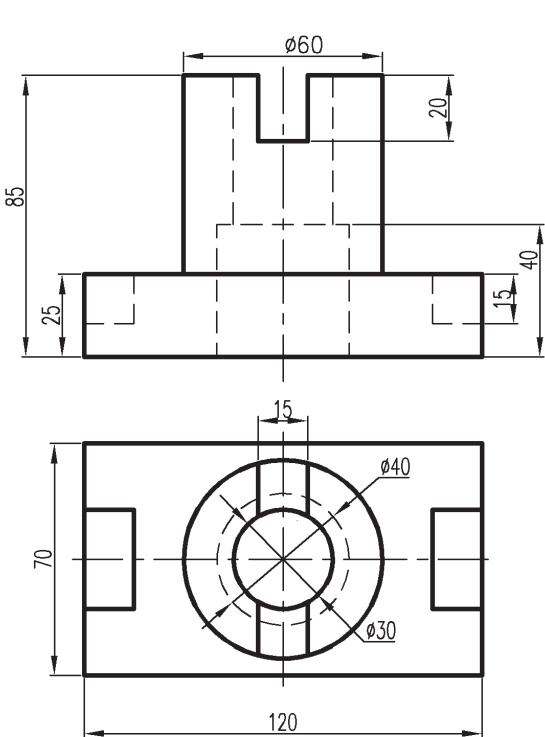
Подставка

5

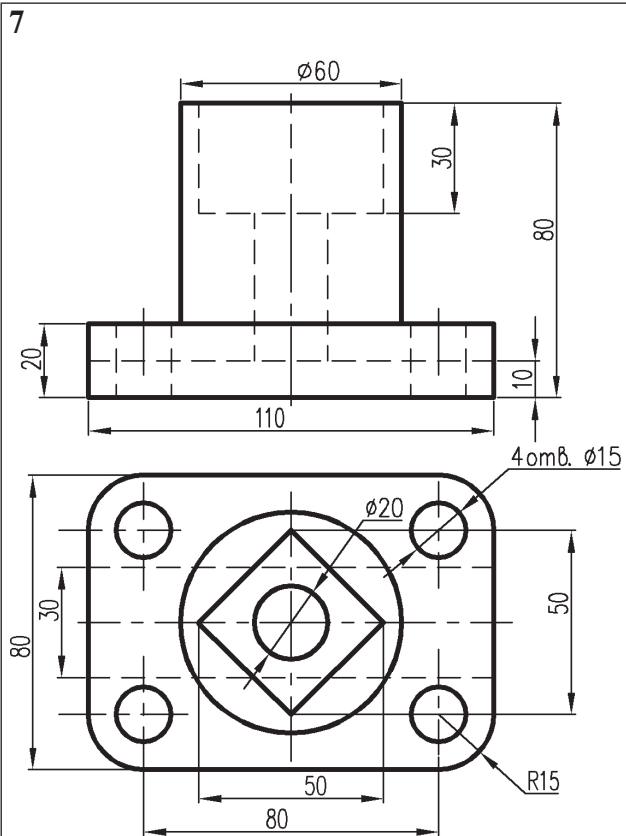


Корпус

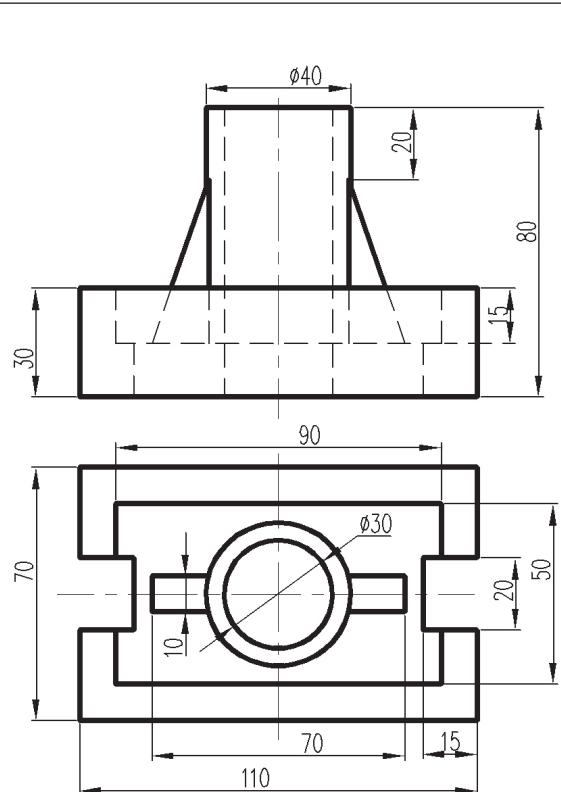
6



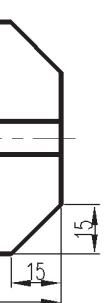
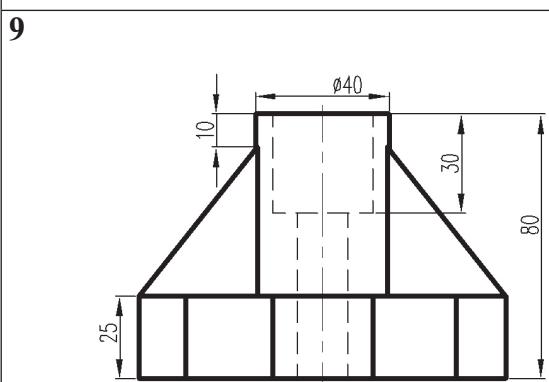
Корпус



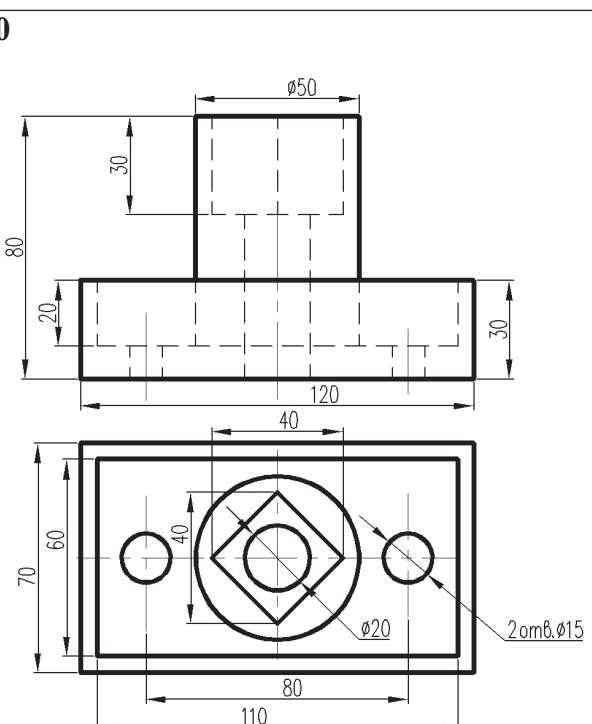
Kopnyc



Kopnyc

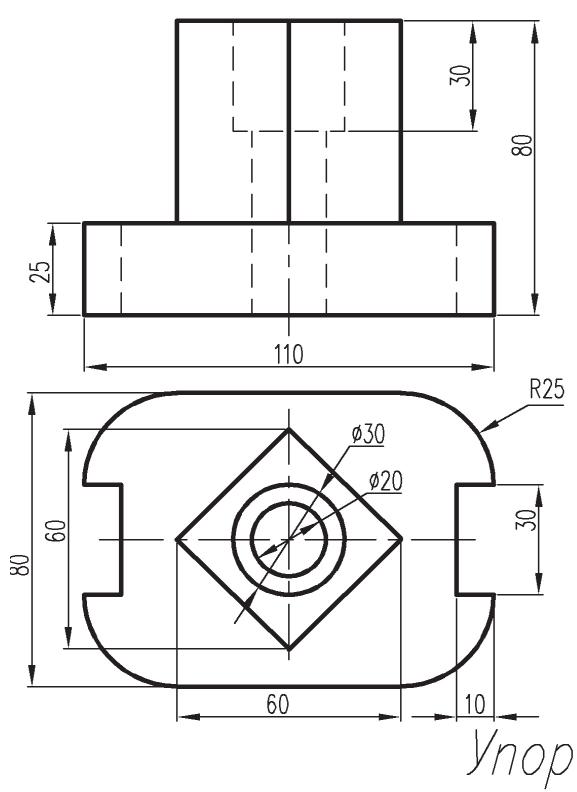


Kopnyc

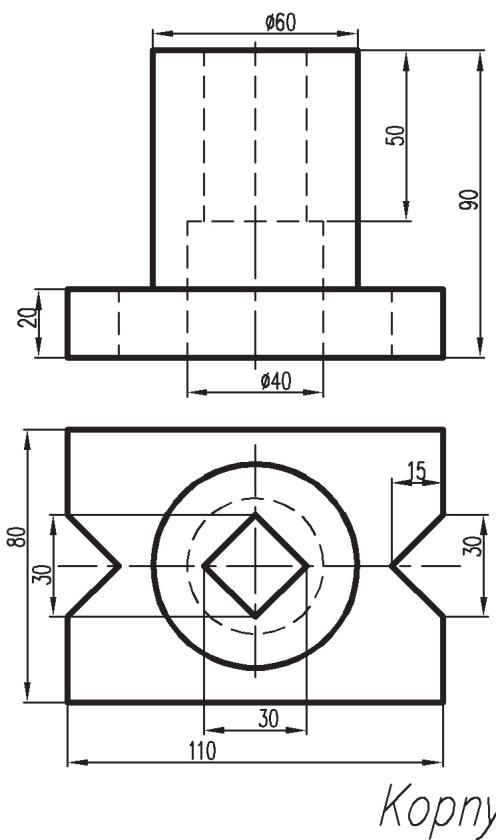


Onopa

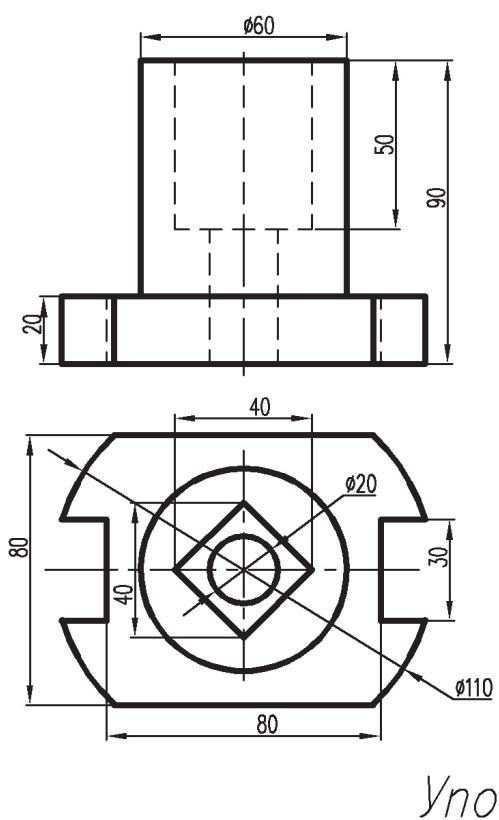
11



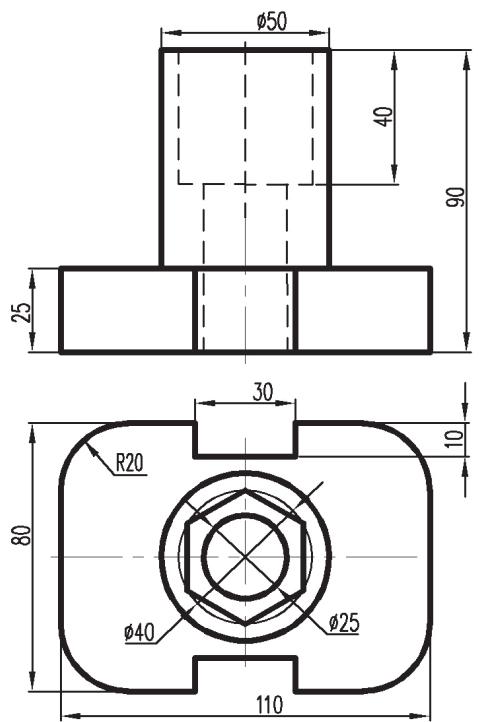
12



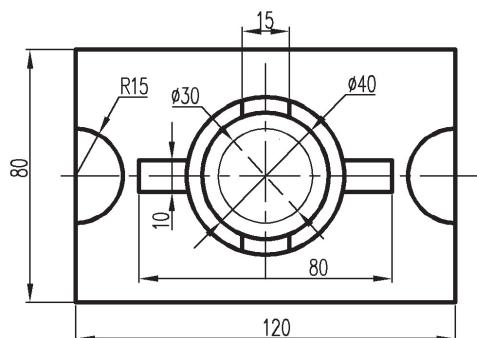
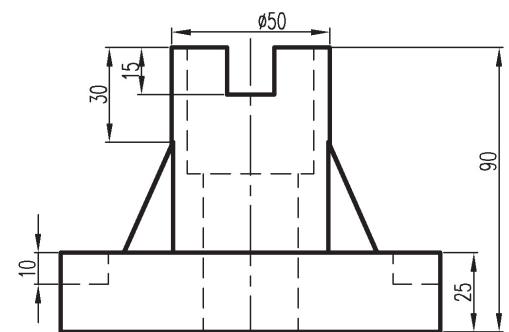
13



14

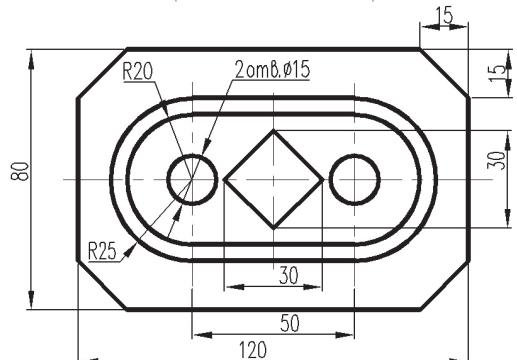
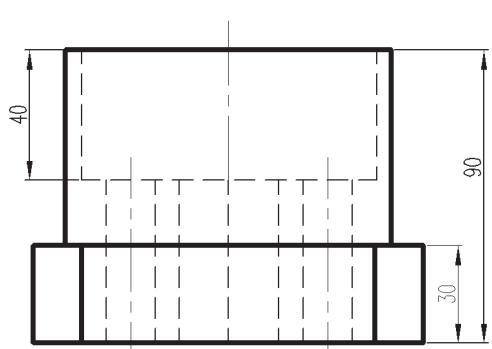


15



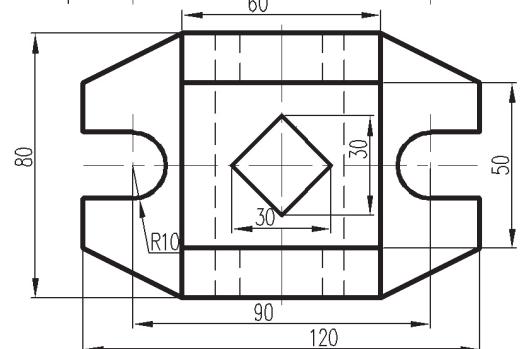
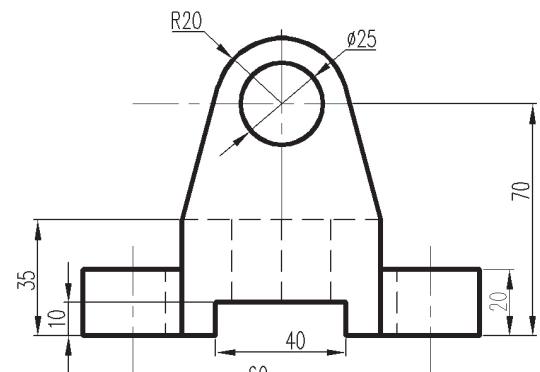
Kopnyc

16



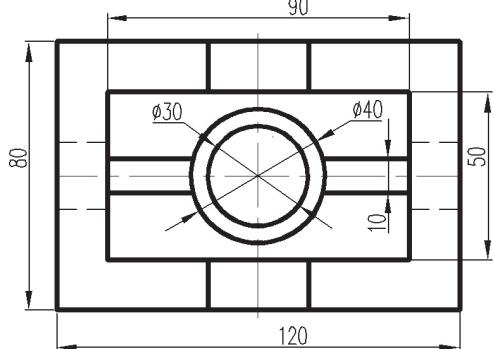
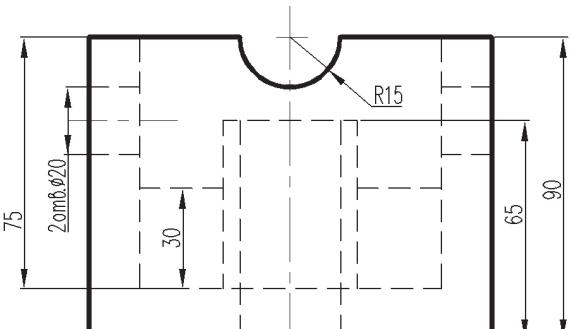
Onopa

17



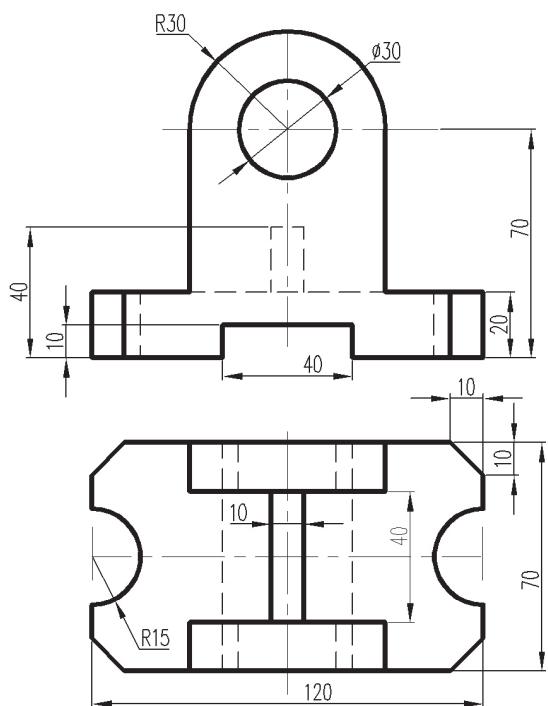
Onopa

18



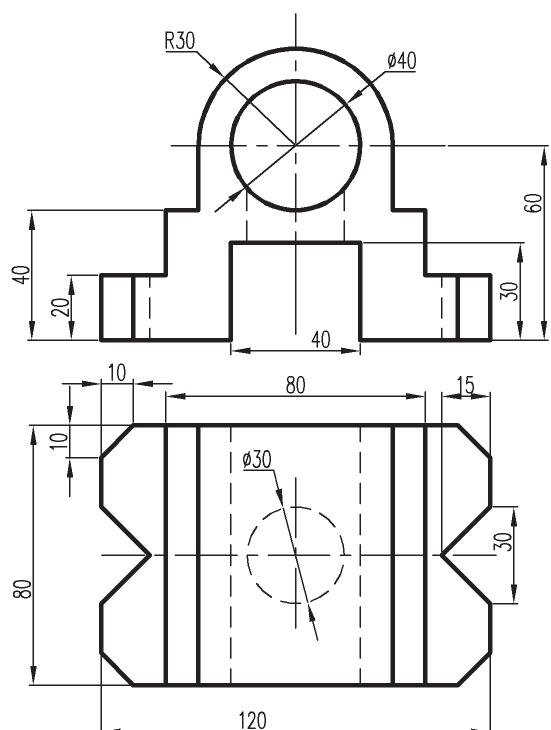
Kopnyc

19



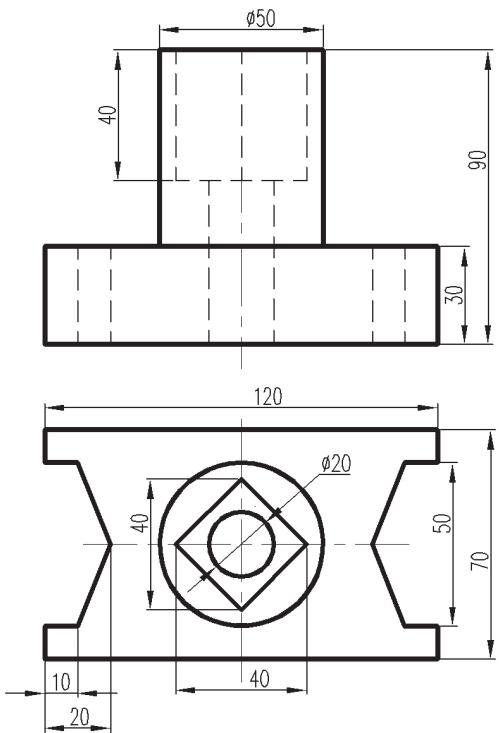
Опора

20



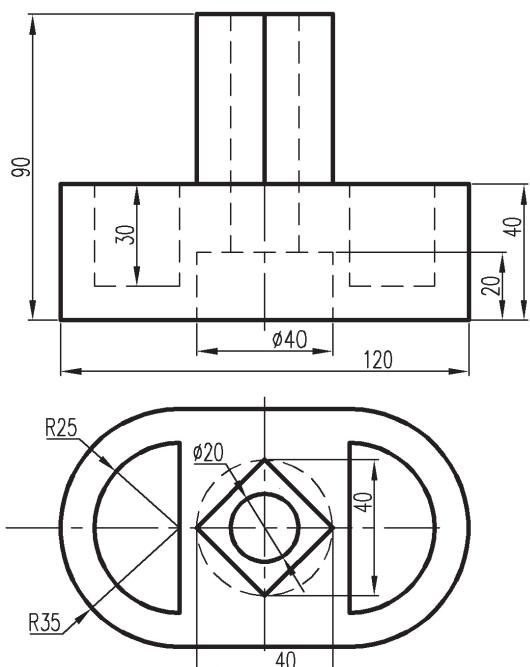
Опора

21



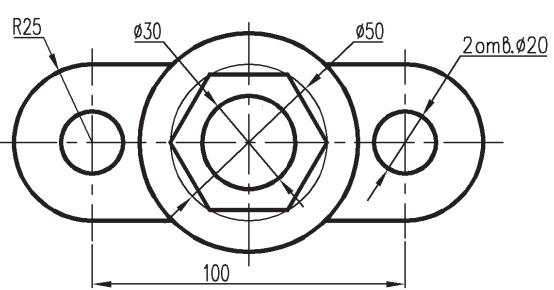
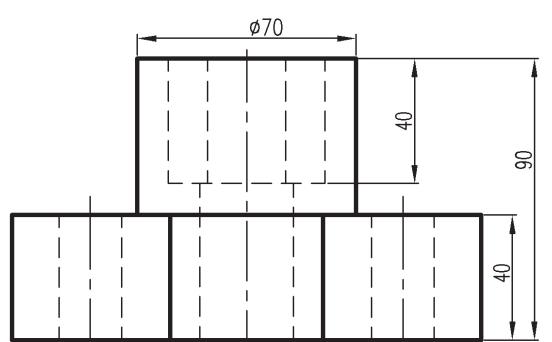
Опора

22



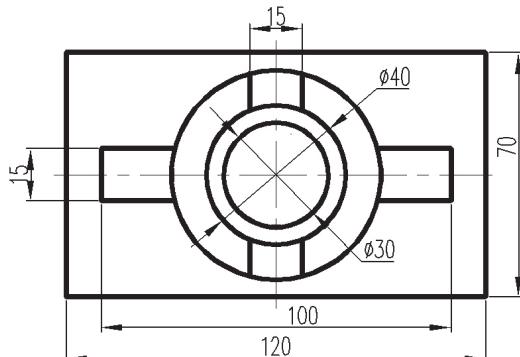
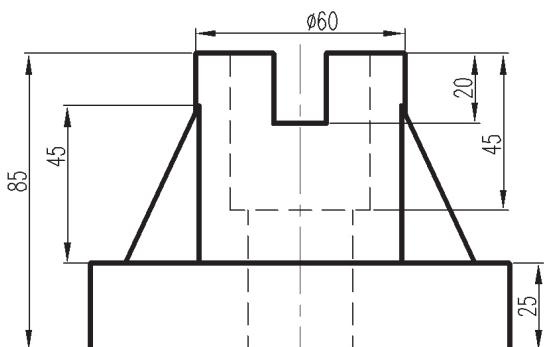
Подставка

23



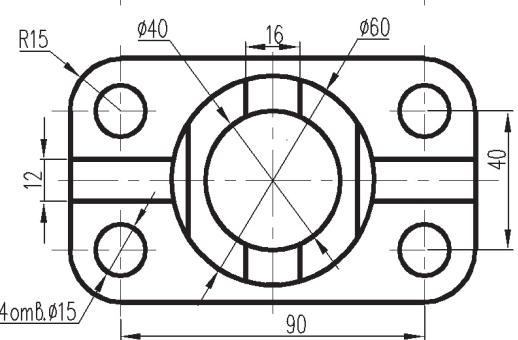
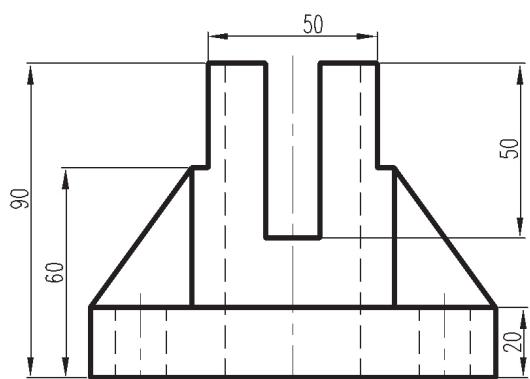
Подставка

24



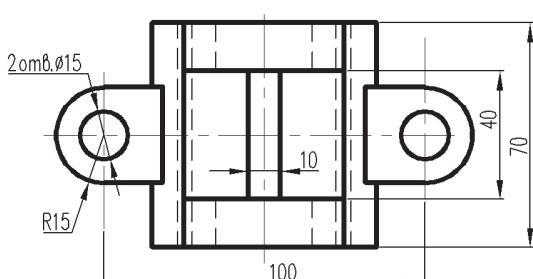
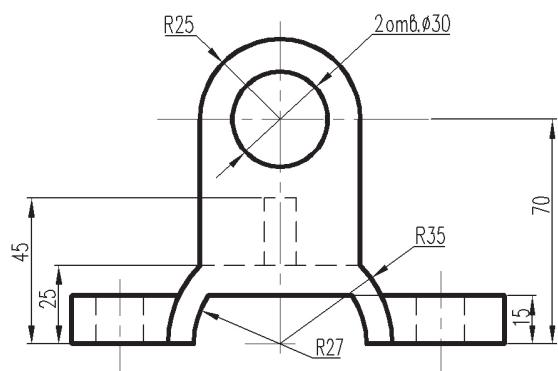
Корпус

25



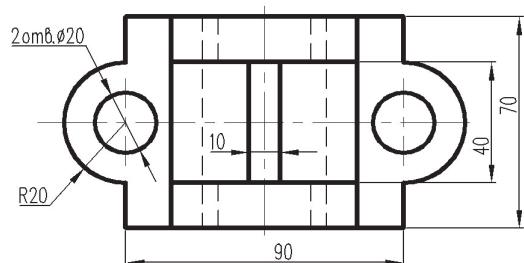
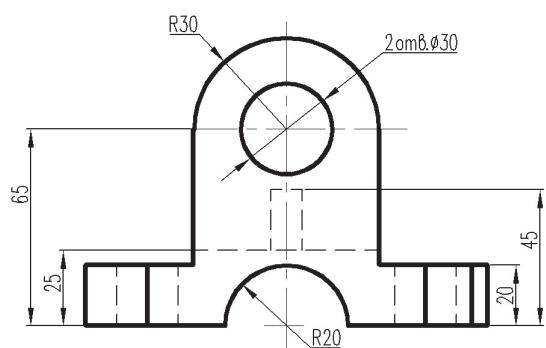
Корпус

26



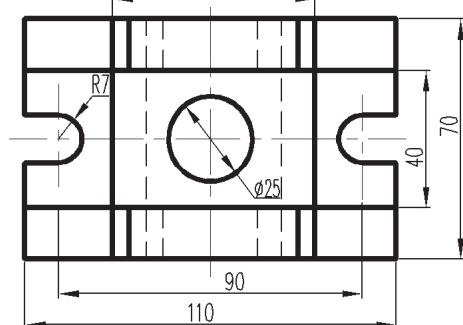
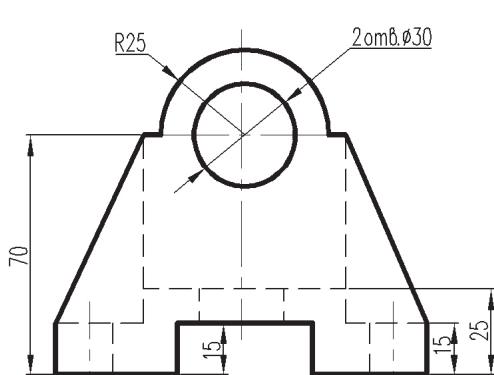
Подставка

27



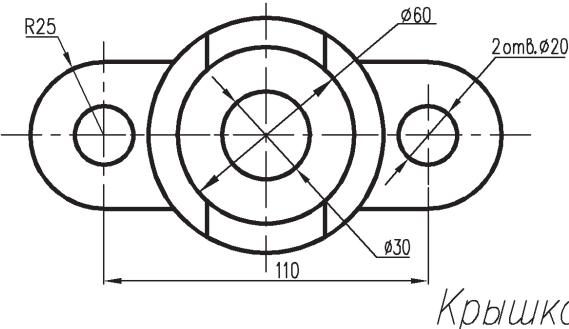
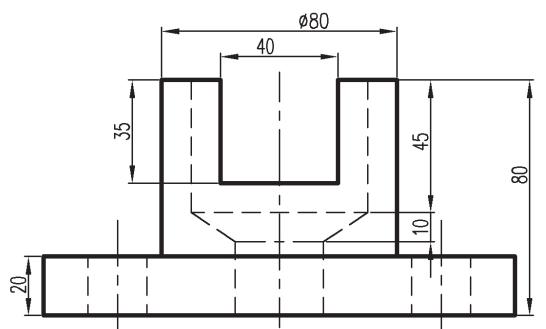
Поставка

28



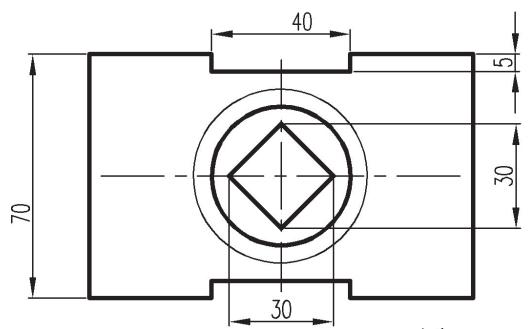
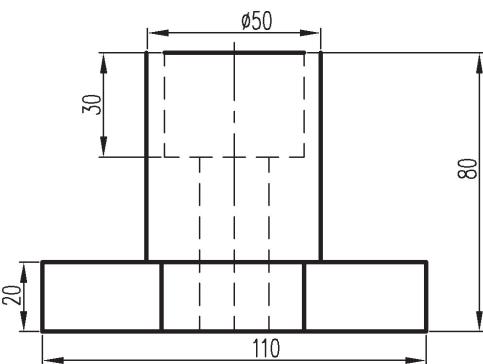
Опора

29



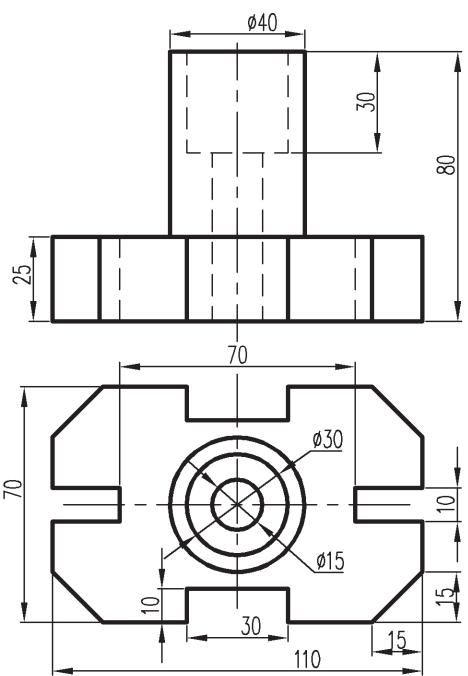
Крышка

30

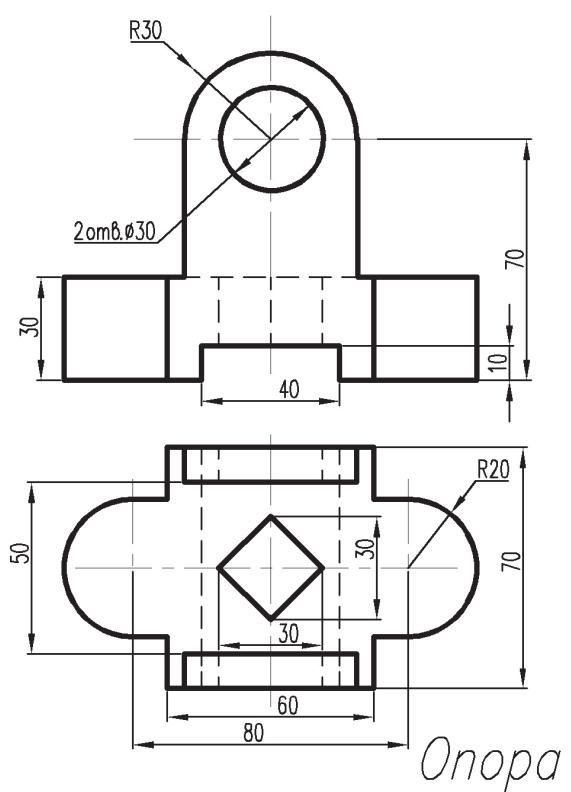


Корпус

31



32



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ В AUTOCAD.....	4
1.1. Настройки интерфейса	5
1.2. Страна состояния	7
1.3. Пространство модели и пространства листов.....	10
2. ОСНОВЫ 2D-ЧЕРЧЕНИЯ В AUTOCAD.....	14
2.1. Создание формата листа	16
2.2. Создание основной надписи чертежа	22
2.3. Заполнение основной надписи.....	23
2.3. Создание блока.....	27
2.4. Вставка блока в формат листа А3.....	28
2.5. Вставка блока «Формат» на Лист.....	29
3. ОСНОВЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В AUTOCAD.....	32
3.1. Создание параллелепипедов.....	34
3.2. Создание цилиндров	36
3.3. Создание выступов и вырезов.....	37
Вопросы для самоконтроля	40
4. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ИЗ ПРОСТЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ	41
4.1. Построение основания	42
4.2. Построение вырезов.....	42
4.3. Надстройки.....	44
4.4. Просмотр полученных видов детали	47
Вопросы для самоконтроля	48
5. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ ПО МОДЕЛИ	49
5.1. Лента «Меню Лист».....	50

5.2. Видовые экраны	57
Вопросы для самоконтроля	58
6. ПОСТРОЕНИЕ МЕСТНОГО РАЗРЕЗА	59
6.1. Выполнение местного разреза	59
6.2. Совмещение части вида и разреза	60
7. ПРОСТАВЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ	62
8. ВЫВОД ЧЕРТЕЖА НА ПЕЧАТЬ.....	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	74
Приложение 1. Выписка из ГОСТ 2.301–68 «Форматы».....	75
Приложение 2. Выписка из ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи».....	76
Приложение 3. Выписка из ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные»	77
Приложение 4. Выписка из ГОСТ 2.302–68 «Масштабы»	78
Приложение 5. Выписка из ГОСТ 2.303–68 «Линии»	79
Приложение 6. Выписка из ГОСТ 2.305–2008 «Изображения — виды, разрезы, сечения».....	80
Приложение 7. Выписка из ГОСТ 2.306–68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах»	82
Приложение 8. Выписка из ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и ...».....	83
Приложение 9. Варианты заданий для графической работы	84

Учебное издание

Семенова Наталья Владимировна
Стриганова Лариса Юрьевна

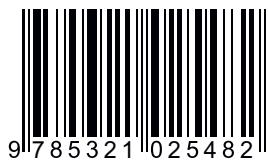
ОСНОВЫ РАБОТЫ В AUTOCAD

Редактор *Т. Е. Мери*
Компьютерный набор *Н. В. Семеновой, Л. Ю. Стригановой*
Верстка *Е. В. Ровнушкиной*

Подписано в печать 26.12.2017. Формат 60×84 1/8.
Бумага писчая. Цифровая печать. Усл. печ. л. 11,2.
Уч.-изд. л. 3,5. Тираж 50 экз. Заказ 390.

Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13
Факс: 8 (343) 358-93-06
<http://print.urfu.ru>



СЕМЁНОВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА

Завкафедрой «Инженерная графика» ИНФО УрФУ, кандидат технических наук.

Читает лекционные курсы, проводит практические и лабораторные занятия по инженерной и компьютерной графике.

Область научных интересов – геометрическое моделирование процессов изготовления цельнотянутых и сварных профильных труб.



СТРИГАНОВА ЛАРИСА ЮРЬЕВНА

Доцент кафедры «Инженерная графика» ИНФО УрФУ, кандидат педагогических наук.

Читает лекционные курсы, проводит практические и лабораторные занятия по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике.

Область научных интересов – дизайн и художественное проектирование изделий.