

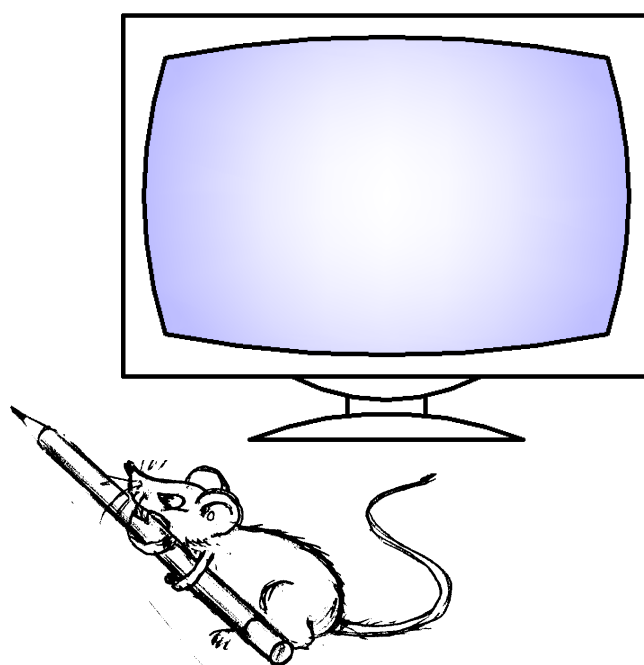
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Сибирский государственный автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ)»

ГРАФИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие



Омск • 2024

УДК 004.9
ББК 32.972.1
М91

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит

Рецензенты:

канд. биол. наук, доц. А.Н. Королев А.Н. (ФГБОУ ВО Омский ГАУ);
канд. техн. наук, доц. С.А. Эмралиева. (СибАДИ, г. Омск)

Авторы:

О.А. Мусиенко, И.И. Ширлина, М.Е. Агапов, С.Б. Ловинецкая

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве учебно-методического пособия.

Мусиенко, Ольга Алексеевна.

М91 Графическое компьютерное моделирование : учебно-методическое пособие / О.А. Мусиенко, И.И. Ширлина, М.Е. Агапов, С.Б. Ловинецкая – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2024. – URL: <https://bek.sibadi.org/MegaPro/Web>. – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – Загл. с экрана.

Рассмотрены основные приемы работы в графических редакторах AutoCAD и nanoCAD. Пособие дает возможность приступить к работе в указанных редакторах начинающим пользователям. На наглядных примерах рассмотрены особенности интерфейса этих программ, а также различные инструменты создания чертежей.

Имеют интерактивное оглавление в виде закладок, а также гиперссылки на открытые интернет-источники.

Рекомендовано для обучающихся всех специальностей, направлений и форм обучения, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий.

Работа выполнена на кафедре «Общепрофессиональные дисциплины».

Текстовое (символьное) издание (5 МБ)

Системные требования: Intel, 3,4 GHz; 150 МБ; Windows XP/Vista/7/10;
1 ГБ свободного места на жестком диске; программа для чтения pdf-файлов:
Adobe Acrobat Reader; Foxit Reader

Редактор И.Г. Кузнецова

Техническая подготовка – А.А. Орловская

Издание первое. Дата подписания к использованию 05.02.2024
Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ
644080, г. Омск, пр. Мира, 5
РИО ИПК СибАДИ
644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1



© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2024

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия обязательным условием выполнения чертежей при проектировании зданий, транспортных сооружений и объектов трансферной безопасности стало оформление их с помощью компьютера. AutoCAD и nanoCAD являются одними из самых мощных современных программ, позволяющих создавать сложнейшие чертежи строительных и машиностроительных конструкций.

В данном пособии предлагается изучение графических редакторов AutoCAD и nanoCAD (эти программы имеют много общего) с помощью методического комплекса, состоящего из практических рекомендаций и теоретического материала. Результатом освоения материала данного пособия является выполнение графических работ. Для оптимального изучения программы из всего разнообразия команд, режимов и других инструментов AutoCADa и nanoCADa предлагаются к ознакомлению лишь самые необходимые, которые рассматриваются при пошаговом выполнении графических работ.

Наиболее подробно в пособии предложена программа AutoCAD. Некоторые отличия nanoCADa от AutoCADa в тех же подразделах выделены курсивом.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ AUTOCAD И NANOCAD

Система AutoCAD разработана американской фирмой Autodesk в начале 80-х гг. XX в. Каждый год на рынке появляются новые версии программы. С 1999 г. после нескольких первых версий программы, работавших в DOS, была разработана 15-я версия AutoCAD (AutoCAD 2000) под Windows 95.

Для использования AutoCAD 2021 необходим процессор с тактовой частотой 3+ ГГц, с оперативной памятью 8+ Гб, для установки программы требуется 7 Гб на жестком диске.

NanoCAD – российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC. Минимальные требования к компьютеру: процессор с тактовой частотой 2 ГГц, оперативная память 2 Гб и выше, место на жестком диске 7 Гб и выше.

1.1. Начало работы

При запуске программы используют ярлык  или кнопку **Пуск** → **Все программы** → **Autodesk** → **AutoCAD**. После загрузки программы можно открыть новый чертеж с помощью вкладки **Начало**, окна **Создание нового чертежа** (рис. 1) или последовательностью команд **Файл** → **Создать** → **Открыть Без шаблона** – **Метрические**, используя стрелку рядом с кнопкой открыть в окне **Выбор шаблона**.

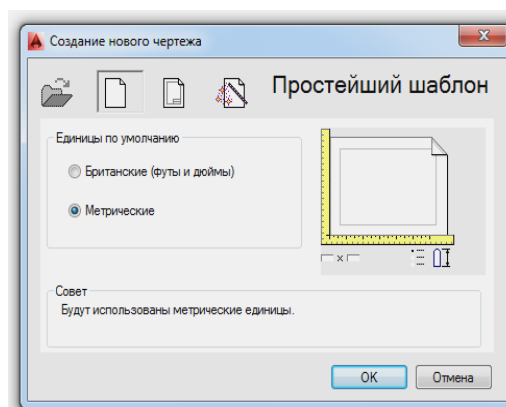


Рис. 1. Начальное окно программы AutoCAD

Не имея шаблона чертежа, соответствующего ГОСТам ЕСКД, начинающий пользователь может создать свой первый чертеж в режиме **Создание нового чертежа**, выбрав метрические единицы измерения и задав границы чертежа. При необходимости это окно будет появляться при создании нового чертежа после задания команды *Startup* → 1.

При запуске редактора nanoCAD с помощью ярлыка  программа предлагает в начальном окне открыть уже созданные файлы или создать новый, а также позволяет познакомиться с последними изменениями в nanoCADe (рис. 2).

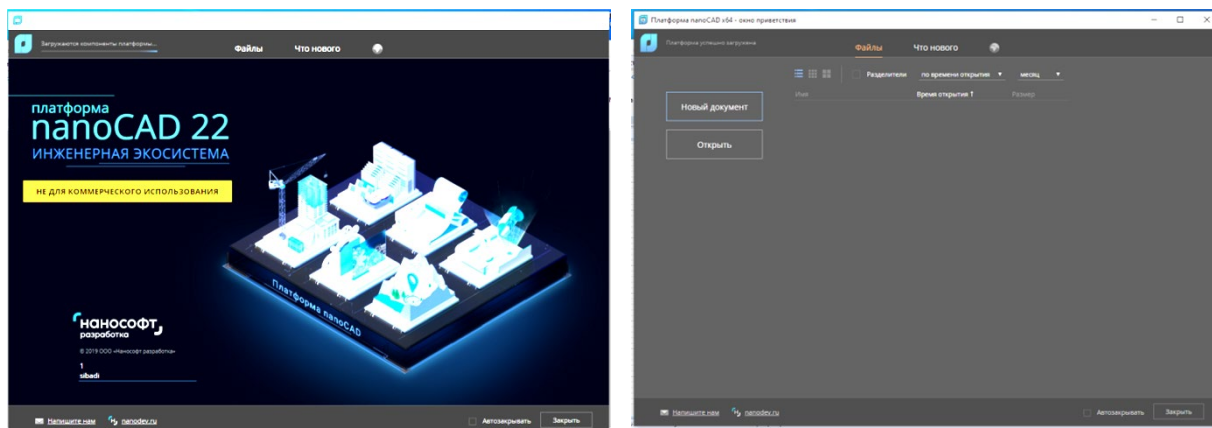


Рис. 2. Начальные окна программы nanoCAD

1.2. Пользовательский интерфейс

Создавая свой первый чертеж с простейшего шаблона, пользователь оказывается перед главным экраном программы (рис. 3). Последние версии программы AutoCAD предлагают интерфейс с лентами команд.

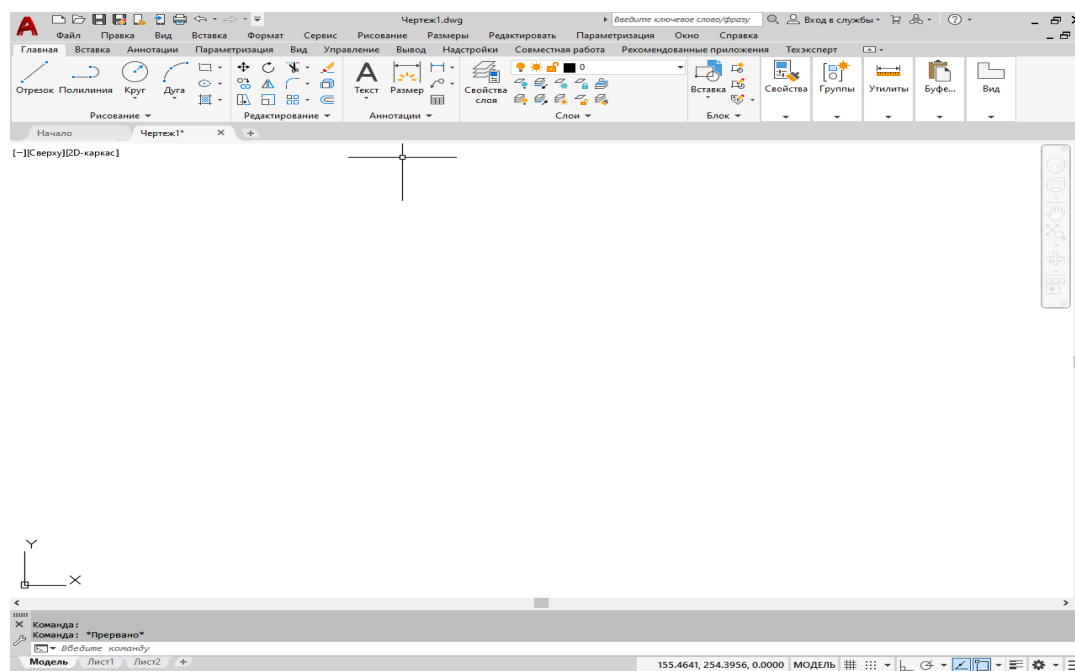


Рис. 3. Интерфейс графического редактора AutoCAD

Однако можно создать свой собственный интерфейс с удобным для работы набором панелей (рис. 4, 5, 6). Для этого в нижней части интерфейса нужно вызвать Переключение рабочих пространств кнопкой . Затем, выбрав из появившегося списка позицию Адаптация..., в открывшемся окне Адаптация пользовательского интерфейса (см. рис. 4) выделить позицию Рабочие пространства и в контекстном меню с помощью правой кнопки мыши (ПКМ) указать опцию Новое рабочее пространство. Для нового рабочего пространства задать имя и активировать его щелчком мыши. В контекстном меню выбрать опцию Адаптация рабочего пространства (см. рис. 5). Необходимые панели (*Стандартная, Слои, Свойства, Рисование, Редактирование, Сведения, Объектные привязки*) выбрать, открыв весь список возможных панелей двойным щелчком левой кнопки мыши (ЛКМ) на позиции Панели. Выбрать строку Меню, обозначив соответствующую позицию «галочкой». Закончить работу в окне Адаптация пользовательского интерфейса кнопкой ОК.

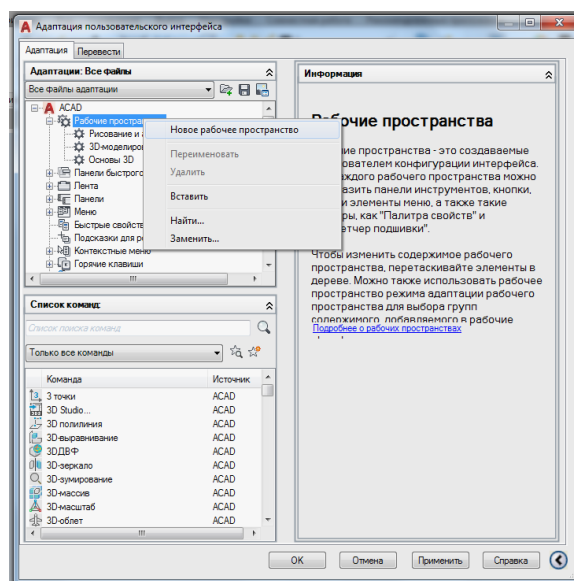


Рис. 4. Диалоговое окно Адаптация пользовательского интерфейса

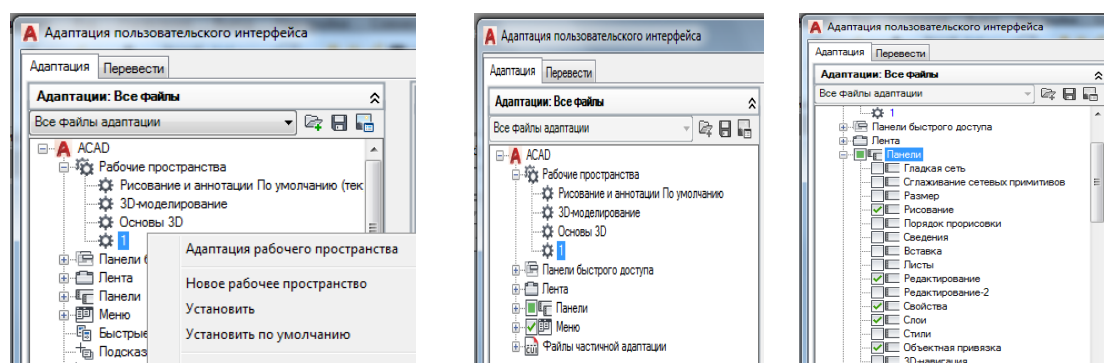


Рис. 5. Окно Адаптация пользовательского интерфейса: создание и адаптация нового рабочего пространства

Далее необходимо сформировать интерфейс, который в предыдущих версиях программы назывался **Классическим**. Элементы создаваемого классического интерфейса, их размещение и содержание даны на рис. 6. Для окончательной адаптации классического интерфейса необходимо открыть пространство 1 в окне Переключение рабочих пространств. Пространство ленты очистить с помощью команды Заккрыть в контекстном меню (ПКМ в поле ленты) (рис. 7).

Верхнюю строку экрана в классическом интерфейсе, строку Меню (*Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Рисование, Размеры, Редактировать, Параметризация, Окно, Справка*) (см. рис. 6) размещают на своем месте с помощью команды Показать строку меню в падающем меню, вызванной

щелчком ЛКМ в левом верхнем углу интерфейса (рис. 8). Эта строка оптимизирует поиск команд и в интерфейсе с лентами (см. рис. 2). При создании чертежа вызов необходимой команды осуществляют щелчком ЛКМ, открывая падающее меню, выбрав соответствующую страницу команд из указанных выше.

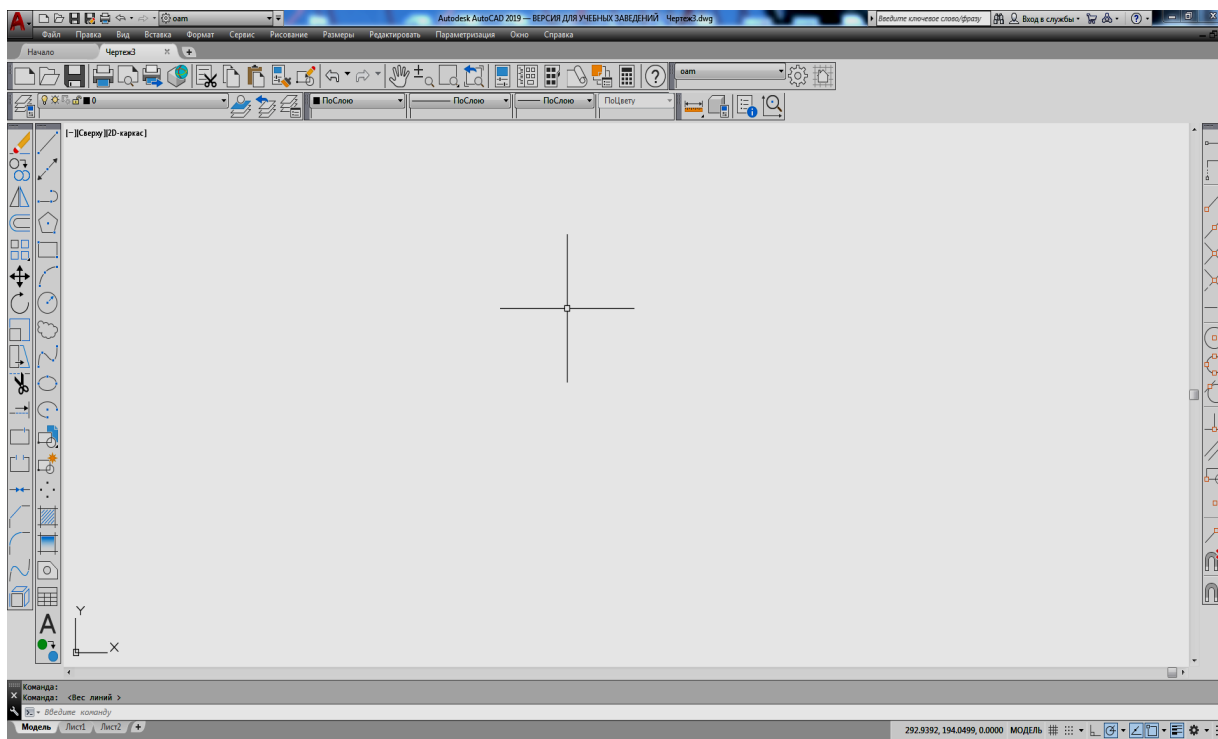


Рис. 6. Классический интерфейс AutoCAD

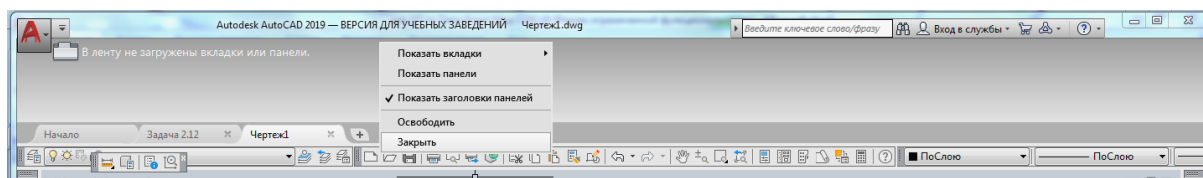


Рис. 7. Удаление пространства ленты в рабочем пространстве 1

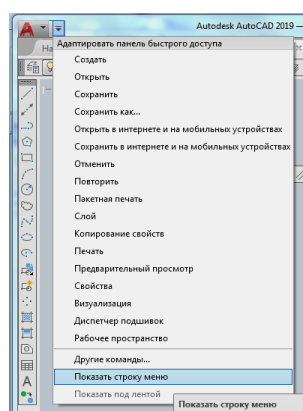


Рис. 8. Размещение строки Меню

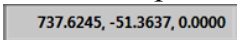
Панели размещают по границам свободной области в середине экрана (*графической зоны*), в которой наносят элементы чертежа. Список панелей появляется при нажатии ПКМ на любой из панелей.

В нижней части экрана расположены кнопки вкладок Модель, Лист 1, Лист 2. Они используются при переключении между пространствами модели и листа.

Ниже строки вкладок расположена область, через которую происходит диалог пользователя с системой. Ее можно удалить или восстановить командами **Сервис** → **Командная строка** (Ctrl+9).

Ниже командной строки находится строка режимов, в которой расположены счетчик координат и кнопки режимов. Из всего разнообразия, щелкнув ЛКМ в режимной строке на пиктограмме **Адаптация** , можно отобразить на интерфейсе только необходимые для работы режимы (рис. 9).

Выбранные и включенные режимы:

- **Координаты**  **737.6245, -51.3637, 0.0000**, который показывает размещение курсора относительно начала координат и положения осей x и y .
- **Пространство модели**  **МОДЕЛЬ** – переключение рабочего пространства модели в пространство листа.
- **Сетка**  – отображение сетки на экране (F9).
- **Режим привязки**  – привязка к сетке с выбранными параметрами (F7).
- **Режим «Орто»**  – прямоугольная привязка (F8).
- **Полярное отслеживание**  – полярное отслеживание (F10).
- **Отслеживание привязки к объектам**  – объектное отслеживание (F11).
- **Объектная привязка 2D**  – привязка курсора к опорным точкам (глобальная, т.е. постоянно действующая привязка) (F3).
- **Толщина линий**  – отображение (скрытие) веса линий.
- **Переключение рабочего пространства**  позволяет создать, адаптировать или активировать уже созданное рабочее пространство.
- **Быстрые свойства**  – отображение свойств выбранного геометрического объекта.

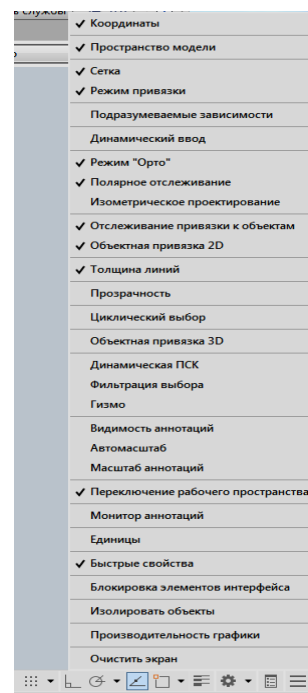


Рис. 9. Выбор режимов в меню **Адаптация**

Дальнейшие объяснения будут обращаться как к интерфейсу с лентами, так и к классическому интерфейсу, созданным и сохраненным последовательностью команд **Сервис** → **Рабочие пространства** → **Сохранить текущее как...**

Настройку шага сетки, величины угла трассировки линий, выбор глобальных привязок можно выполнить, выбрав окно **Настройка...** щелчком ЛКМ на кнопке падающего меню соответствующей режима. Наиболее удобным для дальнейшего выполнения графических работ является сочетание режимов, показанное активным на рис. 6. Масштаб отображения толщины (веса) линии корректируют в окне **Параметры весов линий**, которое открывают с помощью операций **Формат** → **Весы линий...**

Программа napoCAD также имеет 2 формы интерфейса: **Лента** (рис. 10) и **Классический**. Переключение интерфейсов можно осуществлять пиктограммой **Лента** в верхнем правом углу интерфейса (см. рис. 10).

При исчезновении командной строки в этой программе ее можно восстановить активацией любой команды. Выбор режимов выполняют из контекстного меню, которое открывается щелчком правой кнопки мыши в свободном поле строки состояний внизу интерфейса.

Выбор режимов, отраженных в нижней строке, выполняют из списка, который открывается щелчком правой кнопки мыши в свободном поле строки состояния, содержащей кнопки режимов (см. рис. 10).

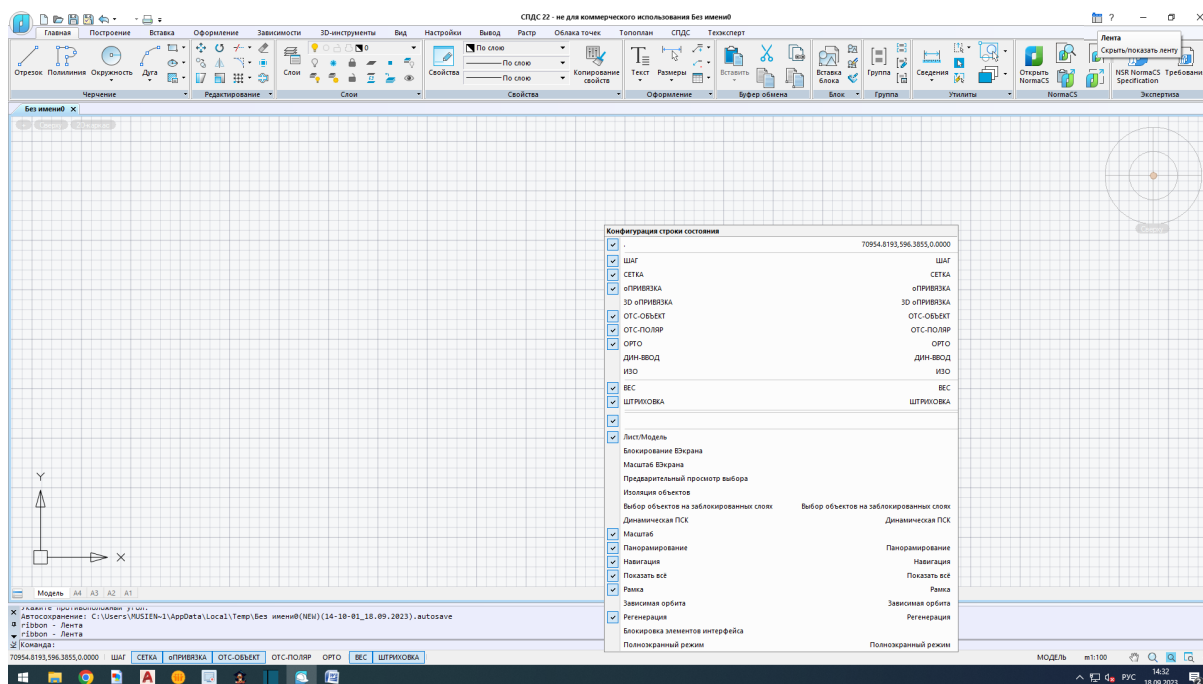


Рис. 10. Интерфейс программы nanoCAD

1.3. Использование мыши

Левая кнопка мыши в AutoCAD, так же как и в других современных программах, является кнопкой выбора. То есть если нужно выбрать команду в падающем меню, нужную пиктограмму, указать точки при создании графического объекта или выделить примитив для редактирования, то используют левую кнопку мыши (такое использование в литературе часто называют щелчком мыши, а в данном пособии будет обозначаться ЛКМ).

Правую кнопку мыши часто используют для обращения к контекстному меню. Контекстное меню при щелчке правой кнопкой мыши (в дальнейшем изложении ПКМ) в различных областях интерфейса отличается по содержанию:

- на любой панели классического интерфейса вызывает список панелей программы AutoCAD;

- в командной строке щелчок ПКМ позволяет вызвать окно **Параметры...** программы AutoCAD. В этом окне, открыв вкладку **Экран**, можно изменить цвет экрана, величину курсора и мишени (рис. 11);

- в графической зоне содержание контекстного меню зависит от выполняемой в данный момент операции. Например, при выполнении команды **Круг** щелчок ПКМ в графической зоне откроет контекст данной команды (рис. 12), что позволит выбрать нужную опцию в этом контекстном меню щелчком ЛКМ.

Нажатие, удержание ролика мыши и одновременное смещение курсора помогает двигать весь чертеж по экрану. Простое вращение ролика мыши

увеличивает или уменьшает размер отображения чертежа на экране. Двойной щелчок на ролике мыши выполняет операцию **Показать Все**.

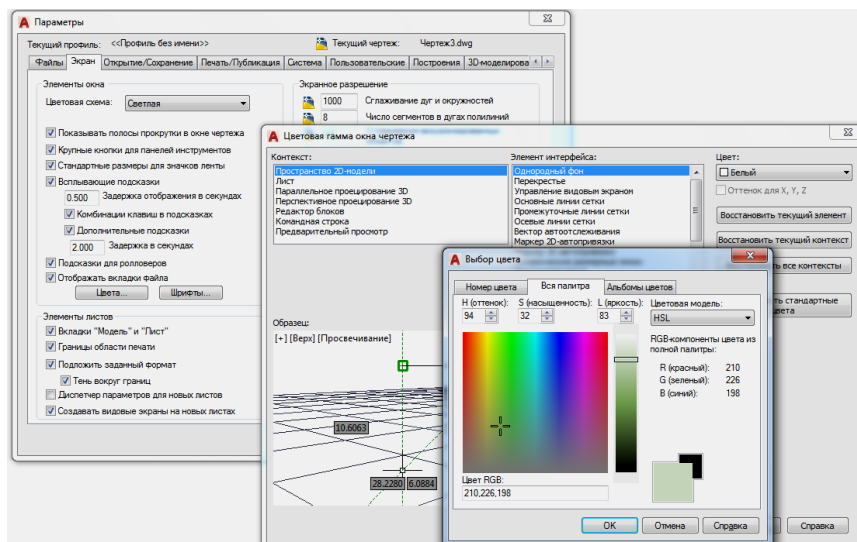


Рис. 11. Окно **Параметры...** программы AutoCAD

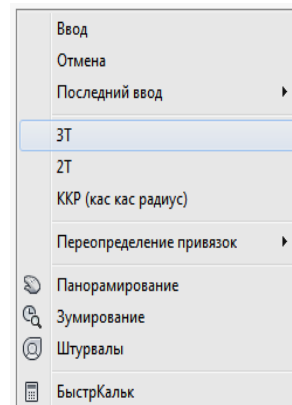


Рис. 12. Контекстное меню команды **Круг**

Щелчок ПКМ в графической зоне редактора папоCAD открывает контекстное меню, которое может отличаться по содержанию от контекста в программе AutoCAD. Для изменения цветового решения в программе папоCAD щелчком ПКМ в командной строке вызывают окно **Настройки...** программы папоCAD (рис. 13). Сохранить созданный интерфейс в программе папоCAD можно с помощью кнопки **Профили...**, расположенной рядом со списком профилей, и команды **Добавить...** (рис. 14).

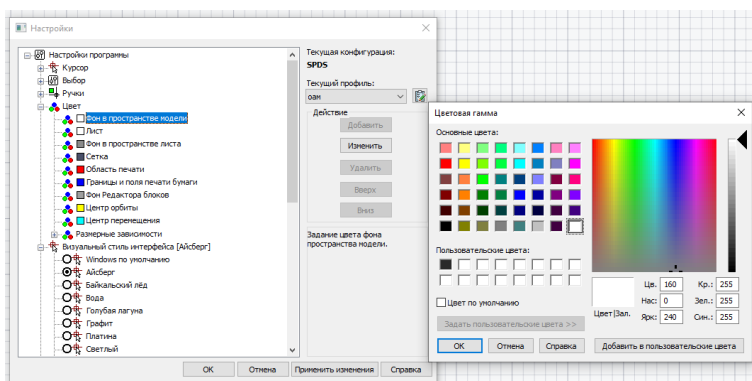


Рис. 13. Окно **Настройки...** программы папоCAD

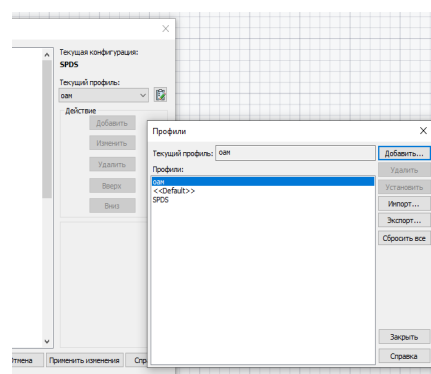


Рис. 14. Сохранение созданного интерфейса программы папоCAD

1.4. Управление изображением на экране

Для перемещения и изменения величины изображения на экране используют кнопки, расположенные на стандартной панели , а также горизонтальную и вертикальную линейки прокрутки.

С помощью кнопки **Панорамирование в реальном времени**  изображение передвигают по экрану. После активизации данной команды курсор изменяет свой вид и его перемещают по экрану нажатием и удержанием ЛКМ. При этом вместе с курсором передвигается все изображение.

Кнопка **Показать в реальном времени**  позволяет увеличивать и уменьшать изображение на экране. Для этого щелчком мыши на данной кнопке активизируют команду и затем перемещают курсор в поле чертежа. Величина изображения будет увеличиваться и уменьшаться при диагональных движениях нажатой и удержанной ЛКМ.

Возврат к предыдущему окну просмотра осуществляется с помощью кнопки **Показать предыдущий** .

Третьей кнопкой в ряду кнопок зумирования и панорамирования расположена групповая кнопка . Если нажать и удерживать на ней ЛКМ, то появится панель с девятью опциями (рис. 15). Эти команды, как и все команды панорамирования и зумирования, являются прозрачными, то есть их использование не требует прерывания выполнения других команд.

Опция **Показать рамкой** позволяет двумя щелчками ЛКМ показать диагональные углы рамки, которая будет увеличена до размеров графической зоны.

Опция **Показать в динамике** позволяет в динамическом режиме выбрать новое окно просмотра.

Опция **Показать с заданием масштаба** позволяет изменять масштаб изображения на экране в соответствии с масштабом, выбранным самим пользователем.

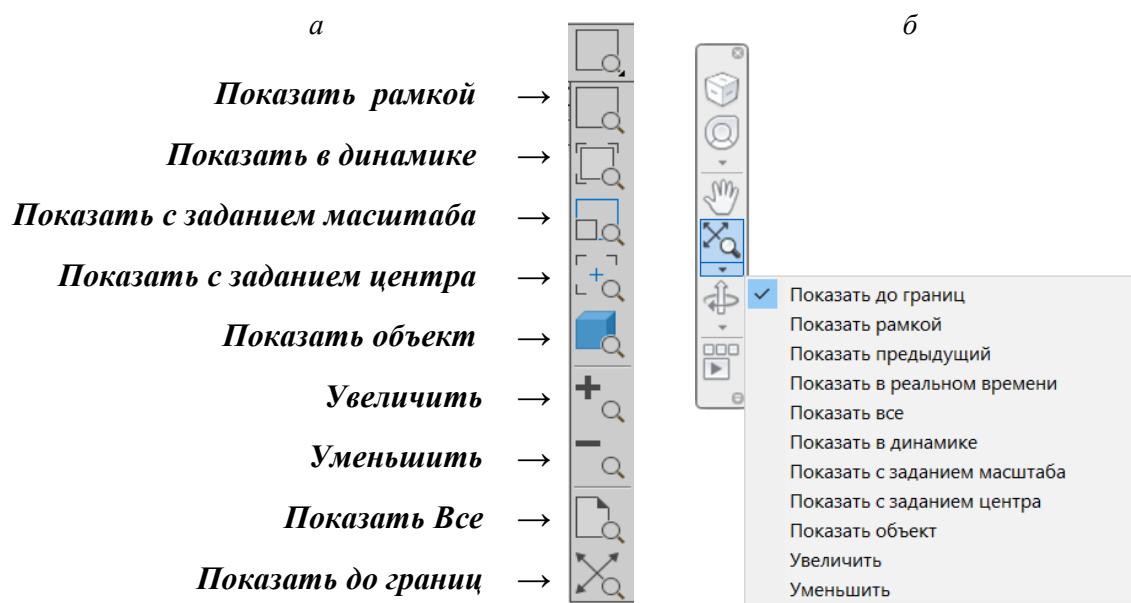


Рис. 15. Меню зумирования экрана:

а – стандартная панель классического интерфейса; б – панель навигации в лентах

При выборе опции **Показать с заданием центра** система запрашивает центр и затем вертикальный размер будущего окна.

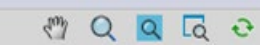
Опция **Показать объект** позволяет увеличить выбранный объект до границ экрана.

С помощью опции **Увеличить** происходит увеличение изображения на экране в 2 раза (по умолчанию).

С помощью опции **Уменьшить** происходит уменьшение изображения на экране в 2 раза (по умолчанию).

Опция **Показать Все** позволяет показать все выполненные объекты и границы чертежа.

Опция **Показать до границ** позволяет показать все выполненные на данном чертеже объекты, выбирая прямоугольник окна просмотра по границам этих объектов.

В программе *napoCAD* для перемещения и изменения величины изображения на экране используют кнопки, расположенные в строке состояний внизу экрана . Эти кнопки выполняют операции **Панорамирование**, **Навигация**, **Показать все**, **Рамка**.

1.5. Общие приемы выполнения чертежа

Операции выделения объектов для редактирования выполняют:

- с помощью щелчка мыши на данном объекте;
- с помощью *рамки*: щелчком ЛКМ указывают 2 точки на экране, выполняя рамку слева направо, при этом выделяются объекты, попавшие внутрь рамки;
- с помощью *секущей рамки*: щелчком ЛКМ указывают 2 точки на экране, выполняя рамку справа налево. При этом выделяются все объекты, пересеченные рамкой и попавшие в нее;
- с помощью *секрамки Лассо*: нажатием и удерживанием ЛКМ выделяют объекты, которые пересекаются нелинейной геометрической формой, возникающей при перемещении курсора (рис. 16).

Существуют и другие приемы выбора объектов.

Во время выполнения какой-нибудь операции редактирования выбор объектов можно осуществлять после запроса системы в командной строке **Выбрать объекты**. Выбор объектов завершается нажатием клавиши $\downarrow$ *Enter*.

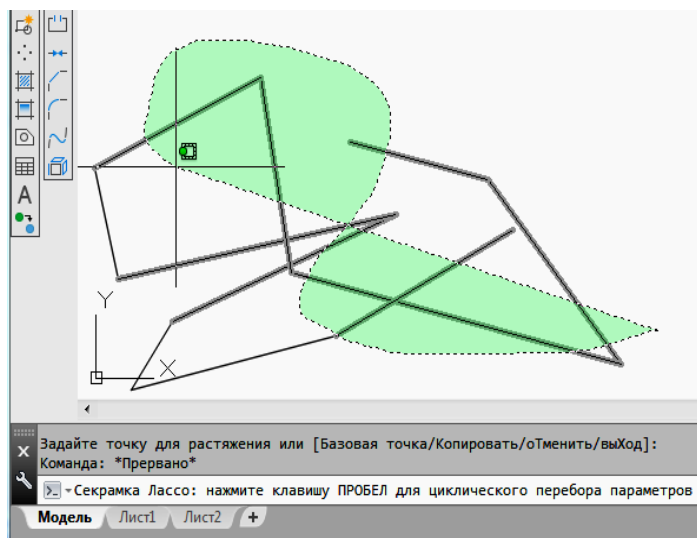


Рис. 16. Выбор объектов с помощью *секрамки Лассо*

Выбор объектов в системе napoCAD осуществляют подобным образом.

1.6. Способы ввода команд

Команды программы AutoCAD можно вызвать несколькими способами:

- выбором соответствующего пункта падающего меню;
- щелчком мыши на пиктограмме соответствующей панели команд;
- выбором нужного пункта экранного (контекстного) меню;
- набором на клавиатуре названия команды в командной строке (в ответ на запрос программы **Команда:**). Название команды можно набирать как на русском, так и на английском языке и вводить её нажатием клавиши $\downarrow$ *Enter*;
- в последних версиях программы выбор опции команды можно выбрать

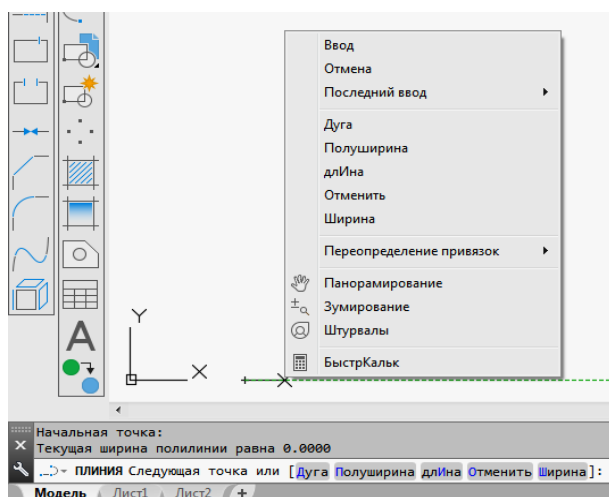


Рис. 17. Выбор опции команды **Полилиния**

как в контекстном (экранном) меню, так и щелчком мыши прямо в командной строке (рис. 17). Также опцию команды можно ввести в командной строке, набрав буквы или цифры, которые в нужной опции в командной строке выделены прописными (большими) буквами.

Если в ответ на запрос программы **Команда:** сразу нажать клавишу $\downarrow$ *Enter*, то AutoCAD повторит вызов предыдущей команды. Прервать выполнение команды можно, нажав на клавишу *Esc* или $\downarrow$ *Enter*.

Команды в системе napoCAD вызывают подобным образом.

1.7. Способ ввода точек. Использование привязок

Выполнение чертежей по размерам как «от руки», так и в среде AutoCAD требует обеспечения точности. Для этого система AutoCAD предлагает различные способы ввода точек, использование объектных привязок, пользовательской системы координат и др.

Кроме непосредственного ввода точек на экране с помощью щелчка мыши можно использовать иные способы ввода координат точек. При вводе точек с клавиатуры необходимо последовательно указать координаты X,Y на запрос системы в командной строке, например,

43.3,55.7

В этом случае числовые значения X и Y разделены запятой.

Также используют относительный ввод координат с клавиатуры

@25.5,33.2

При этом новая точка будет введена относительно предыдущей со сдвигом по оси *x* на 25,5 мм и по оси *y* на 33,2 мм. Относительный ввод обеспечивает знак @. Числа могут быть как положительными, так и отрицательными.

Если известна длина прямой и угол ее наклона к оси x , то используют относительный ввод в полярных координатах с клавиатуры

@44.2<30

В этой строке @ – знак относительного ввода, далее вводится длина отрезка и после знака < (угол наклона) этого отрезка относительно положительного направления оси x .

Возможен также ввод точек с помощью объектной привязки. Привязкой в компьютерной графике называют перемещение курсора в одну из характерных точек уже построенных объектов (например, в центр окружности, к концу отрезка, в точку пересечения объектов и т.д.).

Доступ к различным функциям привязок осуществляют разными способами. Если необходимо длительное использование определенного набора привязок, то нажимают кнопку **Объектная привязка 2D** в строке режимов. Набор необходимых постоянных привязок выполняют в контекстном меню, появляющемся при щелчке мыши на пиктограмме данного режима (рис. 18).

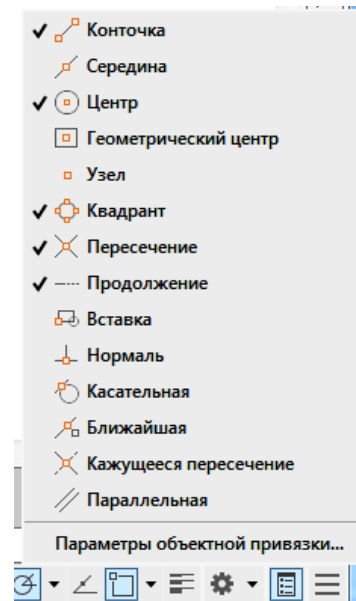


Рис. 18. Контекстное меню объектных привязок

Также параметры сетки, величину угла полярного отслеживания и набор объектных привязок можно назначить в диалоговом окне **Режимы рисования** во вкладках соответствующих режимов. На рис. 19 дан пример выбора объектных привязок. Щелчком мыши на одной из кнопок **Режим привязки**, **Полярное отслеживание** или **Объектная привязка 2D** открывают контекстное меню, в котором выбирают позицию **Параметры...**

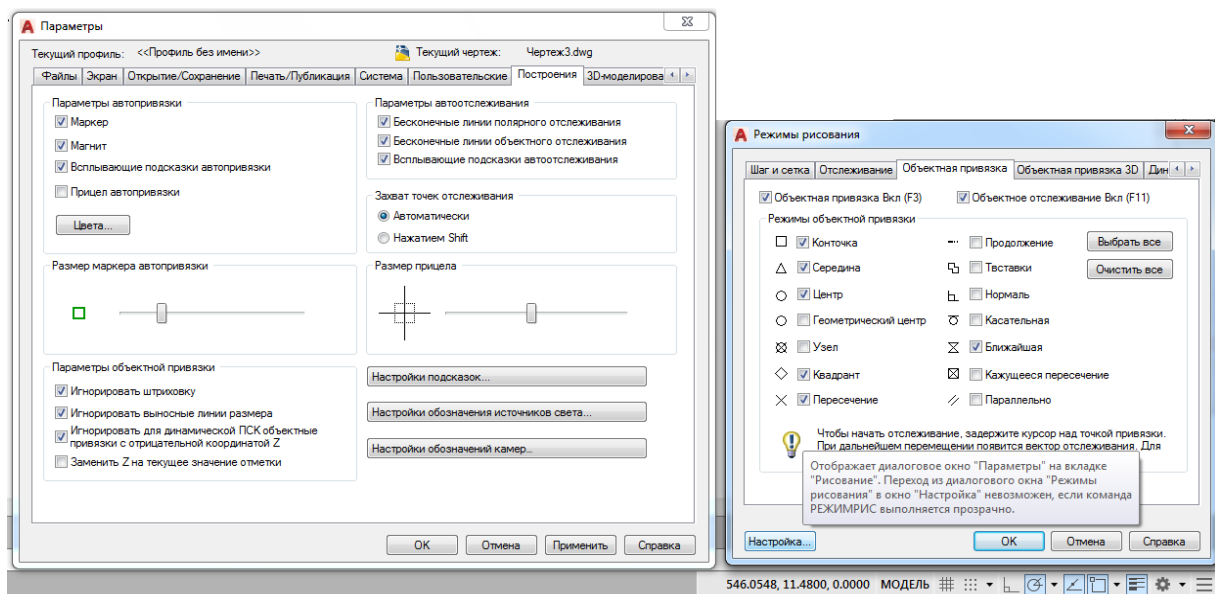


Рис. 19. Диалоговые окна Режимы рисования и Параметры

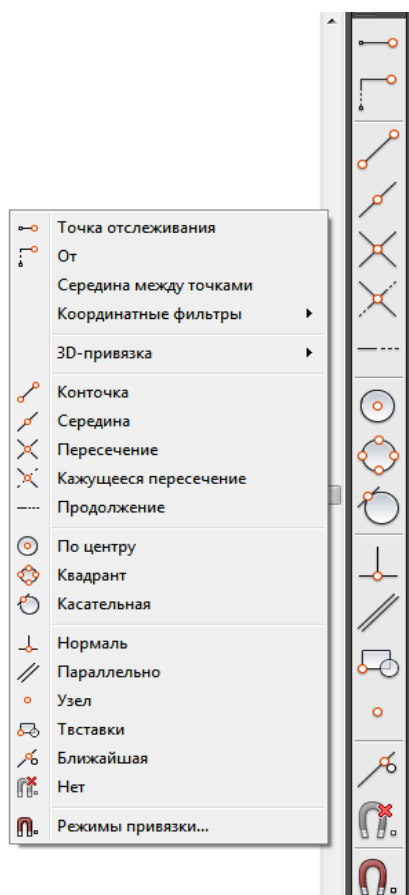


Рис. 20. Панель и контекстное меню **Объектные привязки**

Окно **Параметры** открывают нажатием кнопки **Настройка...** диалогового окна **Режимы рисования**. В данном окне можно изменить размер прицела, цвет и размер автопривязки (объектной привязки), задать параметры автоотслеживания (задать отрисовку полярного и объектного отслеживания линии) и т.д.

Временные привязки, действующие на один щелчок мыши, выбираются либо на панели **Объектные привязки** (для классического интерфейса), либо в контекстном меню, которое открывается щелчком ПКМ + *Shift* в графическом поле экрана (рис. 20).

Выбор большого количества глобальных привязок часто мешает использованию конкретной привязки. В этом случае выбор нужной привязки достигается нажатием клавиши *Tab* на клавиатуре.

Наиболее удобно сочетание глобальных привязок, показанных на рис. 19, и включение при необходимости временных привязок, таких как **Нормаль**, **Параллельно**, **От**, **Координатные фильтры** и др. Их подробное использование рассмотрено в последующем описании графических работ.

Выбор и применение привязок в программе napoCAD выполняют с помощью: кнопок строки состояния для постоянных привязок и щелчком ПКМ + Shift для выбора временных привязок, подобно тому, как этот выбор осуществляется в программе AutoCAD.

2. СОЗДАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Для выполнения чертежей необходимо уметь выполнять геометрические элементы, в компьютерной графике называемые примитивами. К простым примитивам относят такие элементы чертежа, как точка, отрезок, окружность, дуга, прямая, луч, эллипс, сплайн, текст и др.

К сложным примитивам относятся полилиния, мультилиния, мультитекст, размер, выноска, допуск, вхождение блока и внешней ссылки и т.д. В этом пособии рассмотрены наиболее часто употребляемые примитивы.

*В программе napoCAD геометрические объекты создают подобным образом. В случае работы в лентах используют группу инструментов **Черчение** ленты **Главная** или ленты **Построения**. Наличие тех или иных опций команд может отличаться от AutoCADa.*

2.1. Отрезок

Для построения отрезка на чертеже, как и всех рассматриваемых далее команд, необходимо вызвать данную команду одним из перечисленных способов: выбором команды **Отрезок** в падающем меню **Рисование** (на панели или группе инструментов), выбором пиктограммы  или набором команды **Отрезок** в командной строке. Для дальнейшего изучения команд будем указывать только такое описание последовательности, как **Рисование** → **Отрезок**.

После вызова команды в командной строке появляется первый запрос:

Первая точка:

Точку указывают щелчком мыши в графической зоне экрана (для этого используют привязки) или набором координат (X, Y, Z) в командной строке.

После указания первой точки система выводит очередной запрос:

Следующая точка или [Отменить]:

Система предлагает выбор. Его можно осуществить с помощью контекстного меню, вызванного ПКМ в графической зоне экрана или щелчком ЛКМ на опции в командной строке. Это избавит пользователя от набора команды на клавиатуре. Содержание контекстного меню зависит от команды, выполняемой в данный момент. Для продолжения работы команды **Отрезок** в контекстном меню будут такие варианты: **Ввод**, **Отмена**, **Последний ввод**, **Отменить**, **Переопределение привязок**, **Панорамирование**, **Зумирование**. Пункты **Ввод**, **Отмена** заканчивают работу команды (в данный момент они равносильны), команда **Отменить** отменяет последнюю введенную точку. Пункт **Переопределение привязок** позволяет в процессе выполнения команды выбрать необходимую временную привязку. Пункты **Панорамирование**, **Зумирование** вызывают прозрачные команды, т.е. прерывающие на время действие работающей команды. Эти команды позволяют изменить масштаб отображения на экране.

Если последовательно указать вторую и третью точки, на экране появится запрос:

Следующая точка или [Замкнуть /Отменить]:

После построения ломаной линии, состоящей из двух отрезков, система предлагает на выбор завершение команды, ввод следующей точки или возможность замкнуть линию, выбрав начальную точку.

2.2. Окружность

Рисование окружностей выполняется с помощью команды **Круг**  последовательностью **Рисование** → **Круг**. При вызове команды появляется запрос:

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]:,

где центр круга можно выбрать по умолчанию, а пункты, данные внутри квадратных скобок, означают построение окружности соответственно:

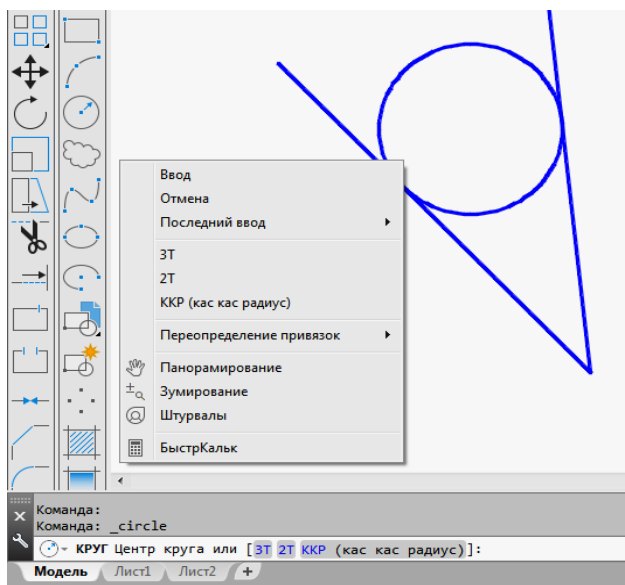


Рис. 21. Выполнение окружности с помощью опции **ККР**

3Т – по трем точкам, задающим окружность;

2Т – по двум диаметрально противоположным точкам;

ККР – по радиусу касательно к двум указанным объектам (рис. 21).

Если будет указана точка центра, система предложит следующий запрос:

Радиус круга или [Диаметр]:

Радиус можно указать щелчком ЛКМ непосредственно в графической зоне. Можно ввести число в командной строке, закончив ввод клавишей **Enter**.

2.3. Дуга

Команда **Дуга**  может быть введена с помощью последовательности **Рисование** → **Дуга**.

Первый запрос системы после ввода команды будет:

Начальная точка дуги или [Центр]:

Далее можно выбрать центр дуги или по умолчанию задать начальную точку дуги. Если в данный момент нажать клавишу **Enter**, то в качестве начальной будет принята конечная точка последнего объекта и система построит дугу, касательную к этому примитиву (это касается только отрезков и дуг).

Если на запрос будет введена начальная точка, то последует запрос:

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]:

Если указать вторую точку, то система запрашивает:

Конечная точка дуги:

После ввода точки дуга будет построена.

2.4. Прямая

Конструкционная прямая, в отличие от отрезка, – бесконечная в обе стороны линия. Вызов команды осуществляется последовательностью **Рисование** → **Прямая** . После вызова команды появляется первый запрос:

Укажите точку или [Гор/Вер/Угол/Биссект/Отступ]:

Сделав выбор, можно провести горизонтальную, вертикальную, расположенную под заданным углом, биссекторную прямую или линию, параллельную

другой прямой. По умолчанию прямую задают вводом двух точек. Для горизонтальной и вертикальной линий достаточно ввода одной точки. При построении биссектрисы система запросит последовательно вершину угла, точку на первом луче и точку на втором луче. Опция **Отступ** строит прямые линии, параллельные отрезкам, лучам и другим прямым (рис. 22). Ее первый запрос будет:

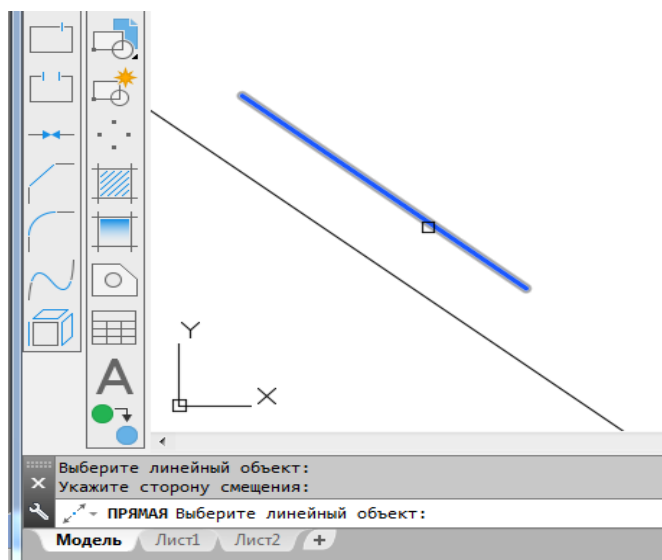


Рис. 22. Построение прямой с помощью команды **Рисование** → **Прямая** → **Отступ**

Величина смещения или [Точка] <1.0000>:

Указав величину смещения числом в командной строке или щелчком ЛКМ после выбора опции **Точка**, пользователь получит следующий запрос:

Выберите линейный объект:

Необходимо указать прямую, отрезок или луч и далее ответить на запрос:

Укажите сторону смещения:

На этот запрос указывают сторону относительно базового объекта, в которой строят параллельную прямую.

2.5. Сплайн

Команда **Сплайн** , позволяющая чертить волнистую линию, которая проходит через заданные точки, осуществляется последовательностью **Рисование** → **Сплайн**. После вызова команды система указывает текущие настройки (например: **Способ** = **Определяющие Узлы** = **Хорда**) (рис. 23, а) и дает первый запрос:

Первая точка или [Способ/Узлы/Объект]:

можно ввести точку, затем вторую, после которой следующие запросы для данного способа (**Определяющие**) будут:

Следующая точка или [Касание в конце /Допуск/ Отменить/ Замкнуть]:

Способ **УВ** позволяет строить линию более гладкой и проводить ее на расстоянии допуска от указанных точек (рис. 23, б).

Если на первый запрос выбрать опцию **Объект**, то система переходит в режим преобразования ранее построенных и сглаженных с помощью опции **Сплайн** полилиний. По окончании выбора объектов (полилиний) они преобразуются в примитивы «сплайны».

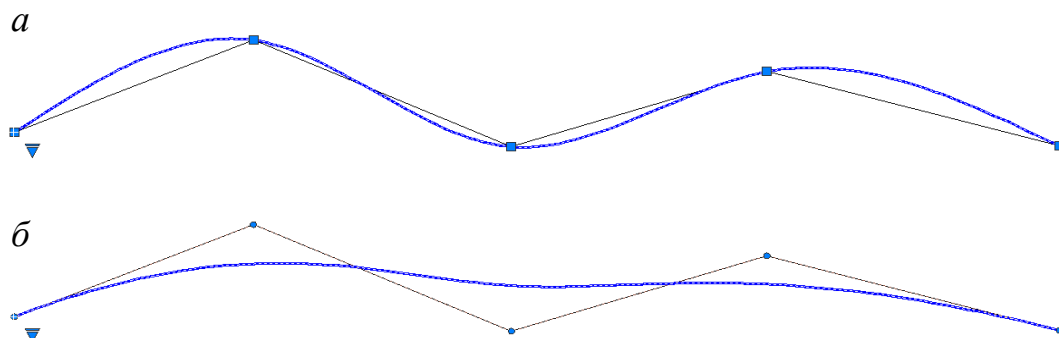


Рис. 23. Выполнение сплайна способами: *а* – **Определяющие**; *б* – **УВ**

2.6. Полилинии

Система AutoCAD предлагает к использованию полилинии, такие как: прямоугольник, правильный многоугольник, полилиния и др. Полилинии воспринимаются системой как единый объект. Поэтому для редактирования элементов, принадлежащих полилиниям, этот сложный примитив следует разрушить с помощью команды **Расчленить**  панели (или падающего меню) **Редактирование**.

2.6.1. Прямоугольник

Создание прямоугольников осуществляется с помощью команды **Прямоугольник**  панели (или падающего меню) **Рисование**. Первый запрос системы будет:

Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Толщина/Ширина]:

При выборе одной из опций возможны операции (рис. 24):

– **Фаска** – выбор величин сторон фаски, снимаемой в каждом углу прямоугольника.

– **Уровень** – задание уровня расположения прямоугольника по оси *z* трехмерного пространства.

– **Сопряжение** – задание радиуса скругления, выполняемого в каждом углу прямоугольника.

– **Толщина** – задание высоты выдавливаемого прямоугольника при построениях в трехмерном пространстве.

– **Ширина** – задание толщины линии прямоугольника.

Если указать точку, то она будет первой угловой точкой прямоугольника, следующим запросом будет указание второй, расположенной по диагонали, точки:

Другой угол или [Площадь/Размеры/поВорот]:

Все параметры, измененные во время сеанса работы, сохраняют свои настройки до следующего изменения.

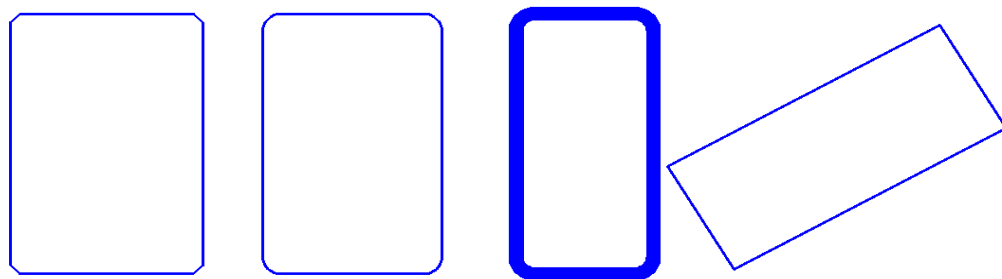


Рис. 24. Прямоугольники, выполненные с помощью команды **Прямоугольник** и опций **Фаска**, **Сопряжение**, **Ширина**, **поВорот**

2.6.2. Многоугольник

Правильный многоугольник выполняют с помощью команды **Многоугольник**  падающего меню **Рисование** (или команды **Полигон** группы инструментов в лентах). Первый запрос системы после вызова команды будет:

Число сторон <4>:

Следующий запрос после ввода числа сторон многоугольника:

Укажите центр многоугольника или [**Сторона**]:

Если выбрать опцию **Сторона**, то система запросит положение вершин многоугольника, расположенных на одной стороне. В случае указания центра многоугольника последует запрос:

Задайте параметр размещения [**Вписанный в окружность** /**Описанный вокруг окружности**] <В>:

Опция **Вписанный в окружность** соответствует размеру диаметра окружности, описанной вокруг многоугольника (рис. 25, а); опция **Описанный вокруг окружности** соответствует диаметру окружности, вписанной в многоугольник (рис. 25, б).

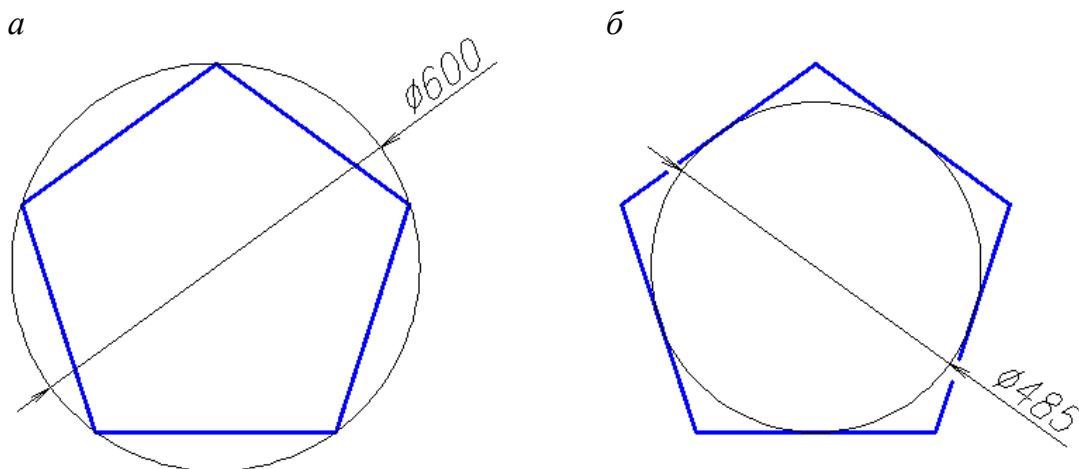


Рис. 25. Опции команды **Многоугольник**: а – **Вписанный в окружность**; б – **Описанный вокруг окружности**

2.6.3. Полилиния

При выполнении полилинии создается сложный примитив, состоящий из последовательно связанных участков прямых линий и дуг. Полилиния воспринимается системой при редактировании как единый объект.

Полилинию выполняют с помощью последовательности операций **Рисование** → **Полилиния** . На первый запрос системы после вызова команды **Начальная точка**:

следует указать положение первой точки полилинии. Следующий запрос будет:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]:

Если в этот момент указать положение следующей точки, то будет вычерчен отрезок. Для создания криволинейного участка полилинии необходимо выбрать опцию **Дуга**. При этом программа предлагает несколько способов выполнения дуги:

Конечная точка дуги или [Угол/ Центр/ Направление/ Полуширина/ Линейный/ Радиус/ Вторая/ Отменить/ Ширина]:

Полилиния – примитив, который может иметь ненулевую толщину. Выбор опций **Ширина** или **Полуширина** позволит чертить отрезки и дуги с изменяющейся толщиной линии, что удобно для выполнения стрелок и других графических эффектов (рис. 26).

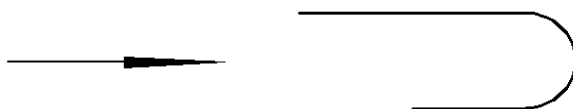


Рис. 26. Выполнение полилинии с прямолинейными и дугообразными сегментами различной ширины

2.6.4. Штриховка

Команда **Штриховка** позволяет штриховать область, ограниченную замкнутыми и разомкнутыми линиями, указывая точки внутри замкнутого контура или путем выбора объектов границы штриховки. После активизации команды **Штриховка**  меню **Рисование** открывается диалоговое окно **Штриховка и градиент** с двумя вкладками (рис. 27) в классическом интерфейсе или контекстная вкладка ленты для создания штриховки (рис. 28).

В диалоговом окне **Штриховка и градиент** левая часть вкладки задает параметры штриховки, правая – заправляемую штриховкой область. Система предлагает набор стандартных штриховок, которые можно выбрать по образцам и из списка штриховок. Увеличение или уменьшение масштаба позволит изменить расстояние между линиями в штриховке. Угол, отличный от нулевого, изменяет наклон линий.

Чтобы перейти к выбору заправляемой штриховкой области, можно обратиться к кнопке **Добавить: точки выбора**, что позволяет указать внутренние точки областей. Указание областей штриховки завершают нажатием клавиши **Enter**. В этом случае область штриховки должна быть замкнутой.

Кнопка **Добавить: выбрать объекты** позволяет отметить объекты, разомкнутое пространство между которыми дает заполняемую штриховкой область. На рис. 28 показано выполнение условного изображения естественного грунта с помощью штриховки PLAST.

В контекстной вкладке команды **Штриховка** на интерфейсе с лентами выбор заполняемой штриховкой области осуществляют с помощью кнопки **Указать точки**  группы операций **Контуры**, а область, ограниченную разомкнутым контуром, – с помощью кнопки **Выбрать** .

Тип штриховки в контекстной вкладке ленты выбирают в группе **Образец**. Масштаб и угол штриховки изменяют с помощью кнопок Масштаб  и Угол  группы **Свойства**.

Вторая вкладка **Градиент** позволяет выполнять одно- и двухцветную заливку контура. Настройка **Ассоциативная** (см. рис. 27) как для штриховки, так и для градиентной заливки при включенном состоянии влечет за изменением контура изменение и самой штриховки. Одноцветная градиентная заливка показана на рис. 29, а, ассоциативная штриховка – на рис. 29, б, неассоциативная штриховка – на рис. 29, в.

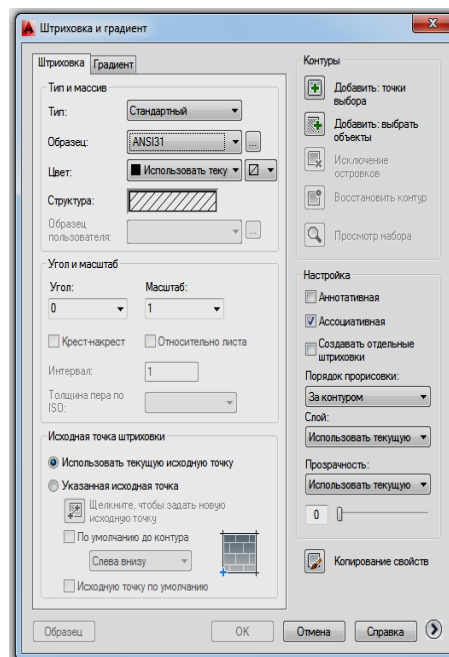


Рис. 27. Окно **Штриховка и градиент**

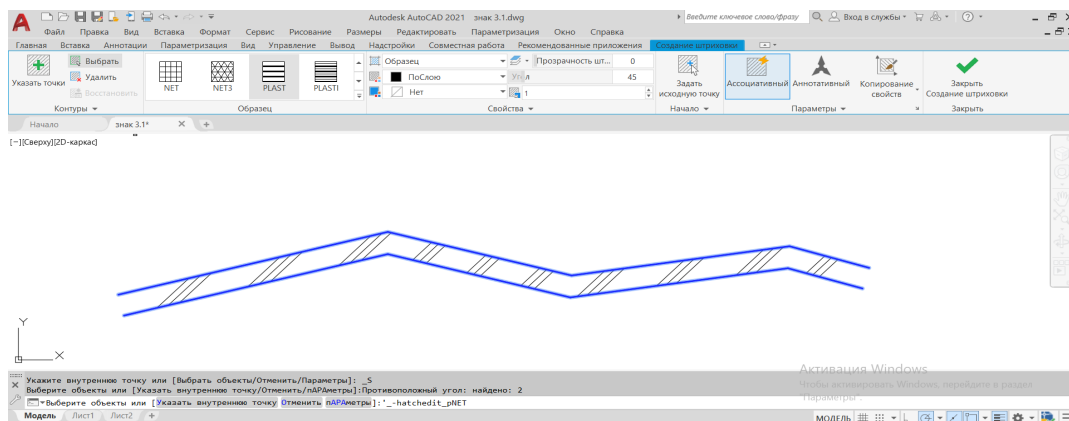
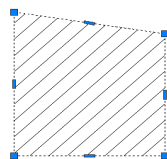


Рис. 28. Штриховка области между двумя полилиниями с помощью кнопки **Добавить: выбрать объекты**

а



б



в

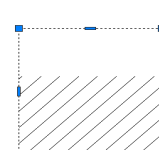


Рис. 29. Стили штриховки: а – градиентная заливка; б – ассоциативная штриховка; в – неассоциативная штриховка

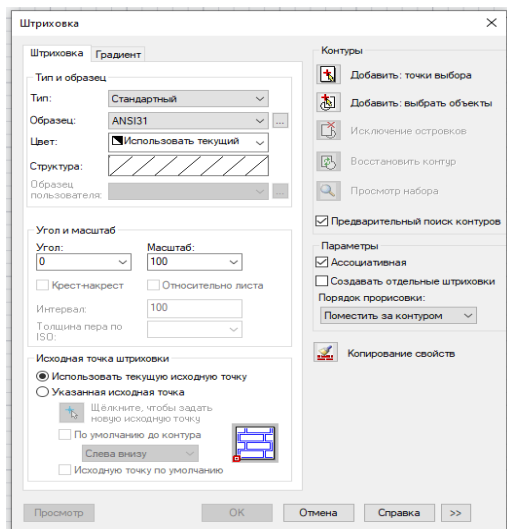


Рис. 30. Диалоговое окно **Штриховка** программы nanoCAD

наиболее близкий по начертанию к требованиям ГОСТ ЕСКД 2.304–81 стиль *Simplex* с параметрами: *степень растяжения 0.8, угол наклона 15*. Значение высоты стиля оставляют 0.0000 для назначения этого параметра при выполнении текста на чертеже.

В интерфейсе с лентами для создания текста и его стиля можно использовать ленту **Аннотации** → группу команд **Текст**. В этом случае стиль текста создают с помощью пиктограммы со стрелкой, расположенной в нижнем правом углу группы команд.

Текстовую строку на чертеже создают с помощью операций **Рисование** →

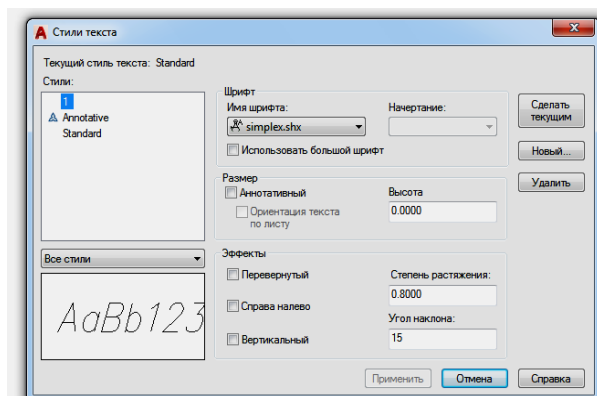


Рис. 31. Окно **Стили текста**

Если не изменять стиль текста и выравнивание строки текста, то необходимо последовательно указать точку привязки строки, высоту заглавной буквы, угол наклона текстовой строки (без указания знака градуса) и ввести текст в поле чертежа, закончив ввод клавишей **↵Enter**.

Многострочный текст создается с помощью окна **Формат текста**, которое позволяет размещать текст в указанной области чертежа, вводить различные символы и изменять параметры текста при работе в окне. После вызова

В программе nanoCAD штриховку создают с помощью команды **Штриховка** группы инструментов **Черчение**, которая открывает диалоговое окно **Штриховка** (рис. 30). Контекстная вкладка в программе nanoCAD отсутствует.

2.6.5. Текст

Создание стиля текста, удобного для выполнения чертежей в AutoCADe, начинают с помощью команды **Стиль текста...** меню **Формат**. В открывшемся окне **Стили текста** на базе стиля Standart (рис. 31) создают новый стиль текста нажатием кнопки **Новый...**

На запрос программы дают имя новому стилю, например, **1**. Выбирают наиболее близкий по начертанию к требованиям ГОСТ ЕСКД 2.304–81 стиль *Simplex* с параметрами: *степень растяжения 0.8, угол наклона 15*. Значение высоты стиля оставляют 0.0000 для назначения этого параметра при выполнении текста на чертеже.

В интерфейсе с лентами для создания текста и его стиля можно использовать ленту **Аннотации** → группу команд **Текст**. В этом случае стиль текста создают с помощью пиктограммы со стрелкой, расположенной в нижнем правом углу группы команд.

Текстовую строку на чертеже создают с помощью операций **Рисование** → **Текст** → **Однострочный** (или **Многострочный...**). Для однострочного текста AutoCAD предлагает текущие параметры: текущий стиль, высоту, аннотативность, выравнивание и дает последовательные запросы команды

Укажите начальную точку текста или [Выравнивание/Стиль]:

Высота <2.5000>:

Угол поворота текста <0>:

ТЕКСТ

команды **Многострочный...** программа перечисляет текущие параметры: *стиль, высоту, аннотативность* и дает запрос:

Первый угол:

Указав щелчком мыши первую точку области выполнения текста, переходят к следующему запросу:

Противоположный угол или [Высота/Выравнивание/Межстрочный интервал/Поворот/Стиль/Ширина/Колонки]:

Перед указанием противоположной точки последовательно выбирают соответствующую опцию команды и задают необходимые параметры текстового абзаца. После указания противоположной точки открывается окно **Формат текста**, в котором создается текст (рис. 32).

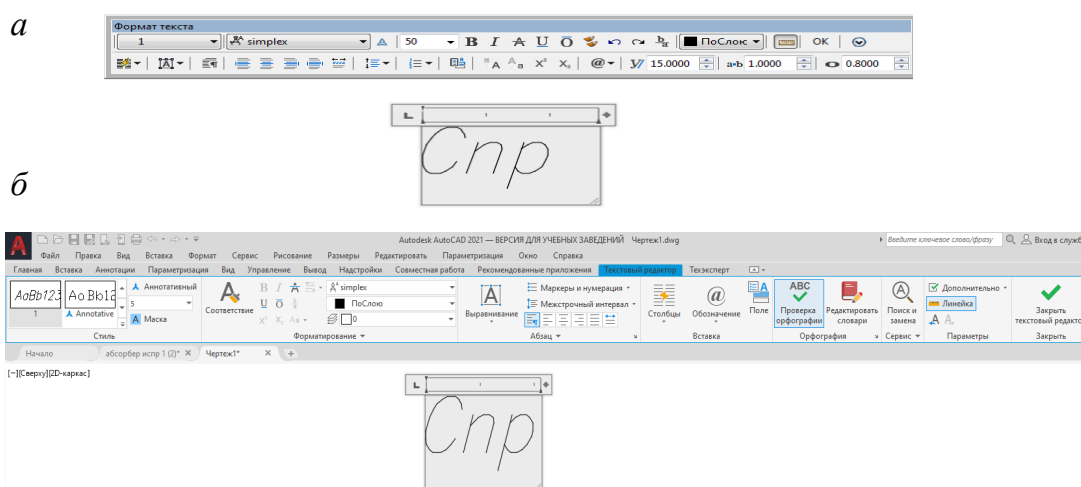


Рис. 32. Окно **Формат текста**: а – в классическом интерфейсе; б – в интерфейсе с лентами

В программе **naпoCAD** стиль текста создают с помощью кнопки в виде стрелки в нижнем правом углу группы инструментов **Текст** ленты **Оформление**, которая открывает диалоговое окно **Текстовые стили** (рис. 33). Кнопка **Новый стиль** в верхнем правом углу позволяет создать новый стиль и затем задать необходимые параметры в строке стиля. Команды для создания текстовой строки (или многострочного текста) находятся в группе инструментов **Текст**.

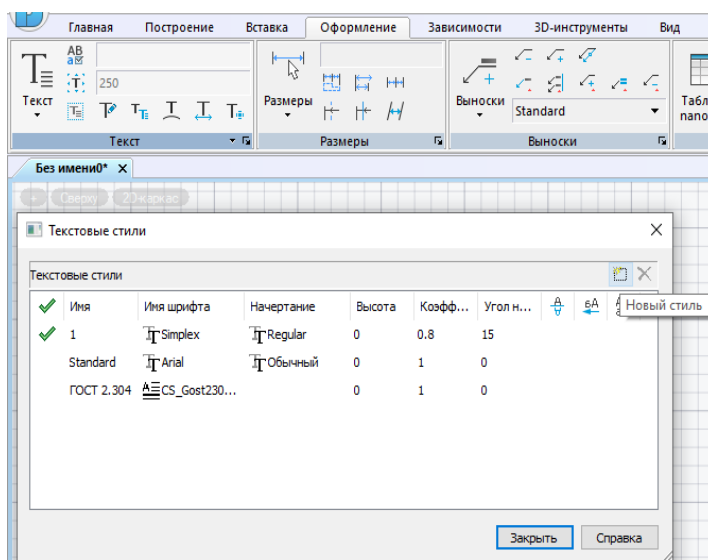


Рис. 33. Окно **Текстовые стили** программы **naпoCAD**

2.6.6. Размеры

Для простановки размеров, соответствующих ГОСТам ЕСКД и СПДС, необходимо создать стили размеров. Для их создания открывают окно *Диспетчер размерных стилей* с помощью команды *Размерные стили...* падающего меню *Формат* (рис. 34). В открывшемся окне создают новый стиль размера на базе стиля ISO-25 нажатием кнопки *Новый...*. На запрос программы дают имя новому стилю, например *1*, и нажимают кнопку *Далее* или клавишу *Enter*.

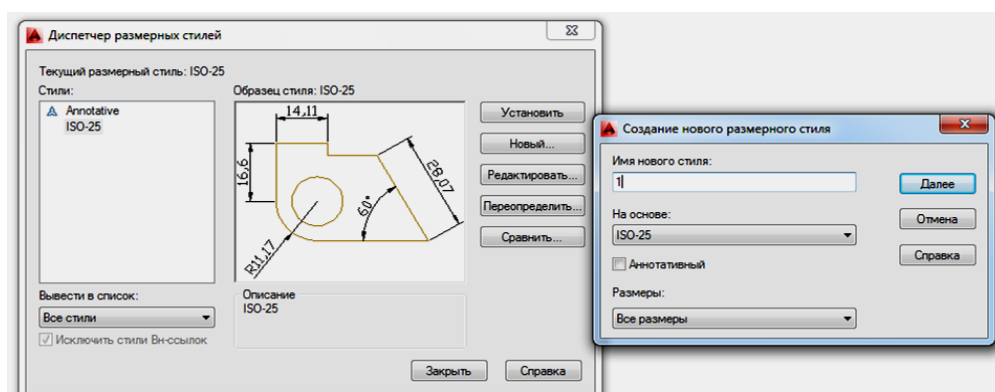


Рис. 34. Окно создания и редактирования размерных стилей
Диспетчер размерных стилей

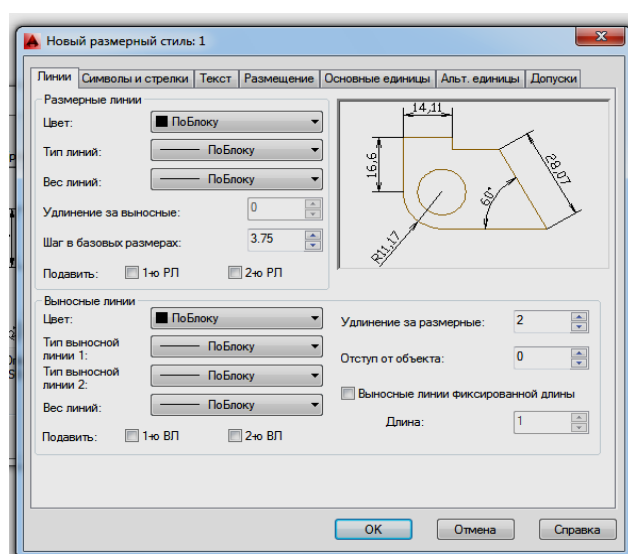


Рис. 35. Вкладка *Линии*

Затем редактируют параметры создаваемого стиля во вкладках, ставших доступными после вышеперечисленных операций.

Вкладка *Линии* позволяет изменить удлинение линий выносных за размерные и размерных за выносные (в случае создания строительного размерного стиля с засечками), обнулить отступ выносных линий от контура чертежа и при необходимости *подавить* (погасить) выносную линию и стрелку с частью размерной линии (рис. 35).

Вкладка *Символы и стрелки* позволяет выбрать тип стрелки из падающих меню и назначить ее размер (рис. 36). К сожалению, величина размерных стрелок и стрелки выноски, удобной для обозначения направления взгляда на чертеже, в данной вкладке задается одним параметром, поэтому для отметок, стрелок выноски, размеров для машиностроительных чертежей и размеров строительных чертежей необходимо создавать свои стили размеров. После выбора типа стрелок *Наклон* для выполнения строительных размеров нужно исправить параметр *Удлинение за выносные* на вкладке *Линии*.

Вкладка **Текст** предназначена для выбора стиля текста, его величины и расположения относительно размерных линий (рис. 37). Если стиль текста до создания стиля размеров не создан, его создают, обратившись во вкладку **Текст** к операции **Текстовый стиль** .

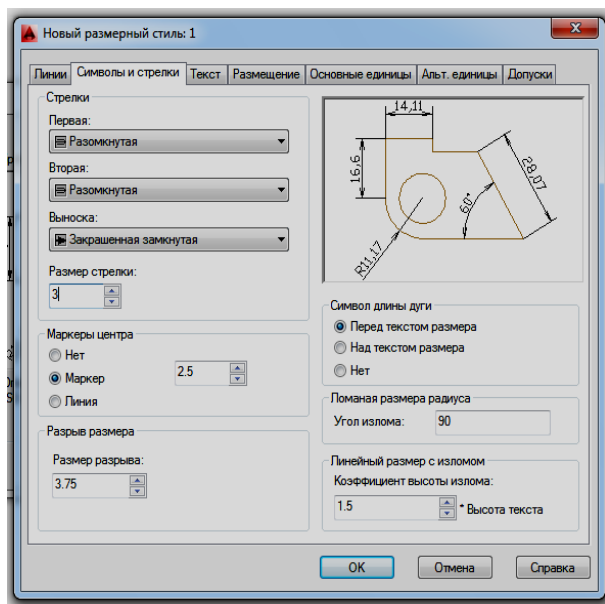


Рис. 36. Вкладка **Символы и стрелки**

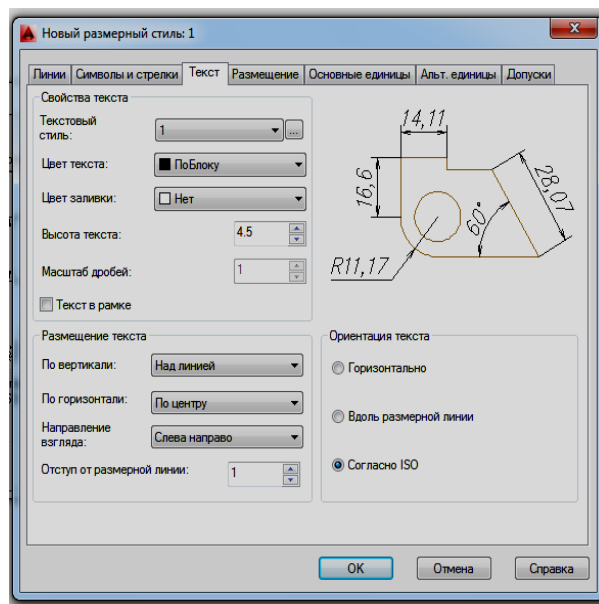


Рис. 37. Вкладка **Текст**

Ориентацию текста в соответствии с ГОСТами ЕСКД и СПДС необходимо выбирать или **Вдоль размерной линии**, или **Согласно ISO**. Последняя ориентация позволяет размещать радиальные и диаметральные размеры на полках.

Вкладка **Размещение** позволяет выбрать кроме параметров размещения текста и стрелок масштаб отрисовки всех элементов размерного стиля в позиции **Глобальный масштаб** (рис. 38). Так, при выполнении строительного объекта в масштабе 1:1 все элементы размерного стиля будут читаться на чертеже, если их увеличить в 10... 100 раз в зависимости от величины конструкции. Так, при внесении величины 100 в окно **Глобальный масштаб** все параметры размера увеличатся в 100 раз.

Вкладка **Основные единицы** отвечает за выбор формата единиц измерения, точность проставляемых размеров и степень из округления (рис. 39). Таким образом, при выборе параметра **Точность**, равного 0, размерные числа округляются до 1 мм.

Позиция **Масштаб** позволяет выбрать коэффициент увеличения размера, проставляемого на чертеже, в случае выполнения этого чертежа в масштабе, отличном от натуральной величины.

Рассмотренные элементы позволяют создать размерный стиль и наносить размеры на чертеже в соответствии с ГОСТ ЕСКД и СПДС. Для простановки размеров используют меню **Размеры** или панель **Размер** (рис. 40).

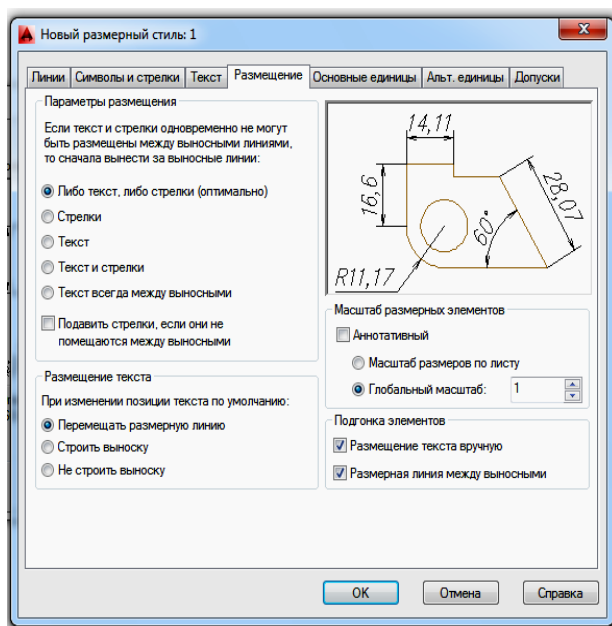


Рис. 38. Вкладка **Размещение**

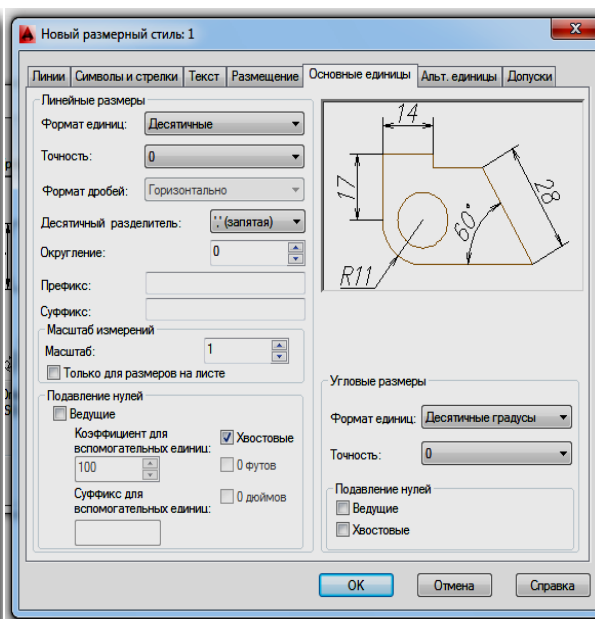


Рис. 39. Вкладка **Основные единицы**

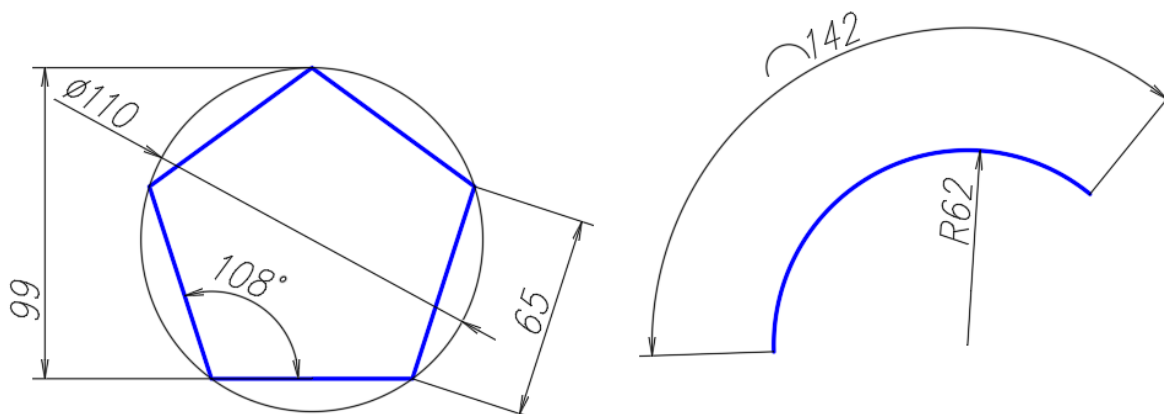
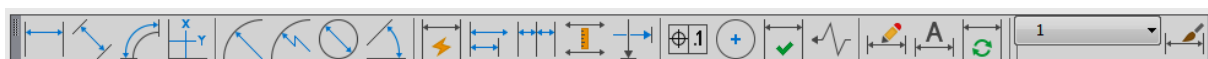


Рис. 40. Простановка размеров с помощью команд панели **Размер**

В программе *naпoCAD* стиль размеров создают с помощью кнопки в виде стрелки в нижнем правом углу группы инструментов **Размеры** ленты **Оформление**, которая открывает диалоговое окно **Размерные стили** (рис. 41). Кнопка **Новый...** в верхнем правом углу позволяет создать новый стиль и затем задать необходимые параметры в строке стиля. Команды для создания размеров можно выбирать в группе инструментов **Оформление** ленты **Главная** (рис. 42). Перед выполнением размеров следует проверить масштаб измерений в строке состояний: он должен соответствовать масштабу, который выбран для компоновки изображения на листе.

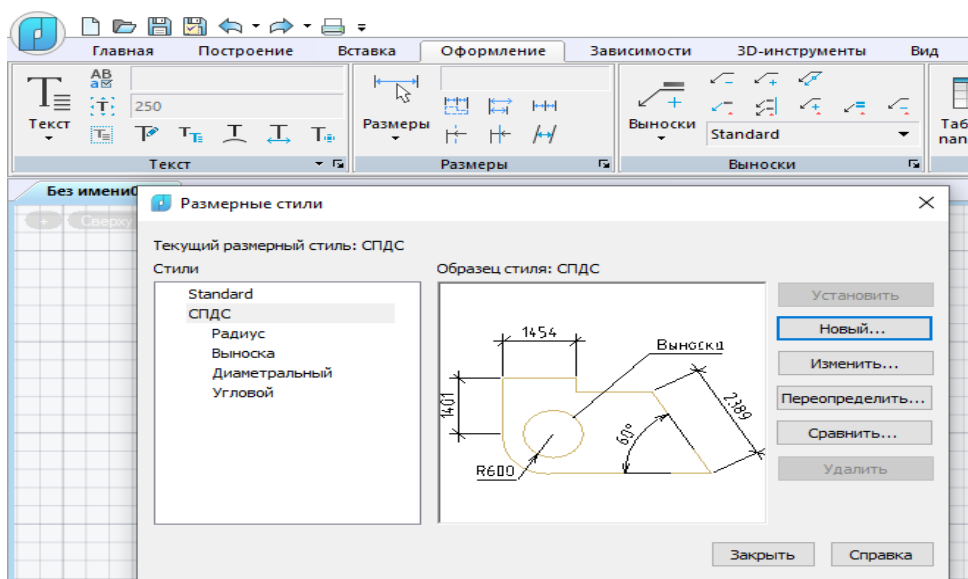


Рис. 41. Окно *Размерные стили* программы nanoCAD

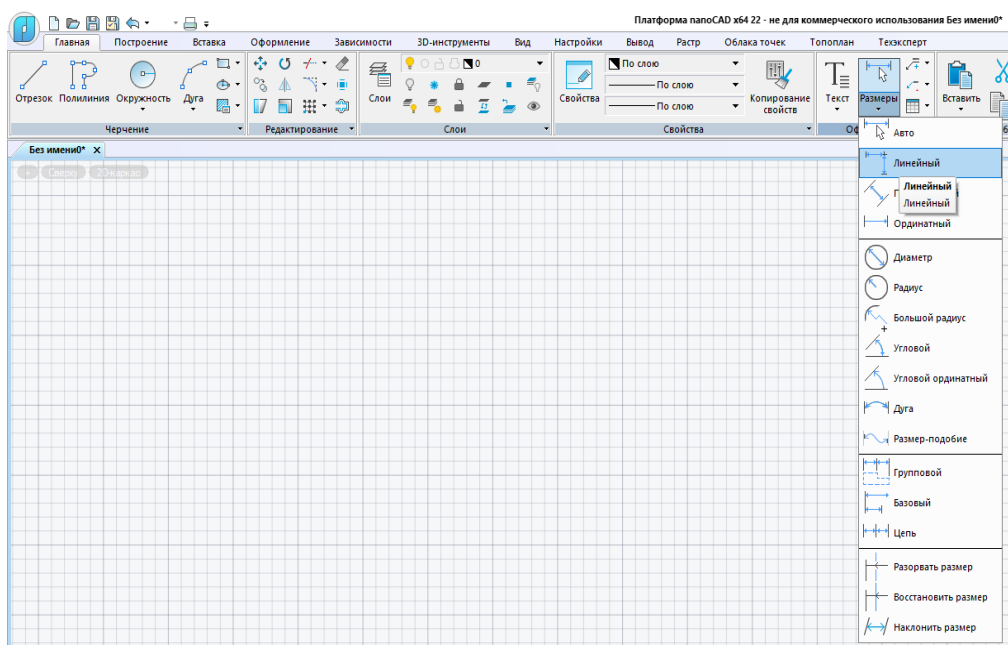


Рис. 42. Создание размера *Линейный* в программе nanoCAD
(группа инструментов *Оформление* в ленте *Главная*)

3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

При выполнении чертежей необходимо уметь редактировать уже выполненные геометрические элементы. Редактирование примитивов осуществляют:

- с помощью «ручек»;
- с помощью команд общего редактирования (перемещение, копирование, деформация сдвигом и пр.);
- с помощью команд редактирования сложных примитивов;
- с помощью окна *Свойства*.

3.1. Редактирование с помощью «ручек»

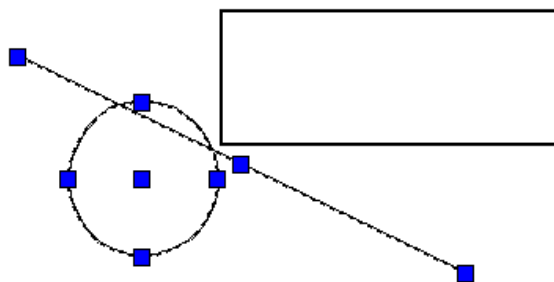


Рис. 43. Редактирование объекта с помощью «ручек»

Для редактирования, т.е. удаления, перемещения, изменения параметров данного примитива, необходимо выделить его на экране. Выделяют нужный геометрический объект одним из способов, рассмотренных в подр. 1.5. Во время выделения примитива сплошная линия становится прерывистой и на ней появляются «ручки» (рис. 43).

С помощью «ручек» примитив можно переместить или изменить его параметр формы. Чтобы выполнить перемещение, подводят курсор к средней или центральной «ручке» выделенного объекта и, одновременно удерживая ее левой кнопкой мыши, перетаскивают примитив в нужное место чертежа. Удаляют выделенный объект нажатием клавиши *Delete* на клавиатуре, щелчком на пиктограмме **Стереть**  панели, или падающего меню **Редактирование**, или одноименной командой контекстного экранного меню.

3.2. Команды общего редактирования

Вызов команды редактирования выполняют с помощью:

- позиций падающего меню **Редактирование**, **Правка**;
- позиций контекстного меню, вызываемого правой кнопкой мыши после выделения редактируемого объекта;
- пиктограмм панели **Редактирование**;
- вызова команды редактирования в командной строке.

Последовательность выполнения команды может быть такой:

- выбор объектов для редактирования;
- вызов команды и выполнение ее.

Или наоборот:

- ✓ вызов команды;
- ✓ выбор редактируемых объектов, который заканчивают нажатием клавиши *↵Enter* или щелчком правой кнопки мыши;
- ✓ выполнение команды.

Далее рассмотрены команды панели и падающего меню **Редактирование**.

Команды общего редактирования в программе *папоCAD* размещены в группе инструментов **Редактирование** (рис. 44) ленты **Главная** или ленты **Построение**.

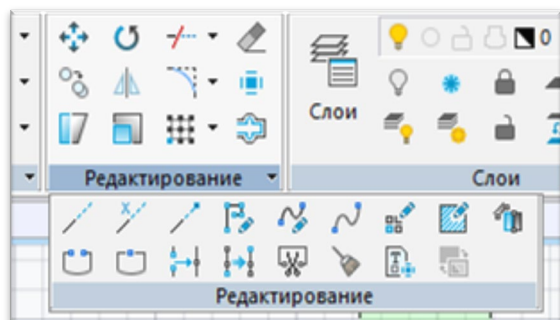


Рис. 44. Группа инструментов **Редактирование** ленты **Главная** программы *папоCAD*

3.2.1. Копирование объекта

Копирование объекта выполняют с помощью команды  **Копировать** падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. По умолчанию система выполняет многократное копирование (режим работы **Несколько**) после выбора объекта и базовой точки.

Чтобы выполнить операцию массивом, необходимо выбрать опцию **Массив**. Далее необходимо указать расстояние между соседними объектами (по умолчанию) или расстояние между крайними объектами (опция **Вписать**) (рис. 45). Массив будет создан однорядный из выбранных объектов. Направление массива задают трассировкой курсором.

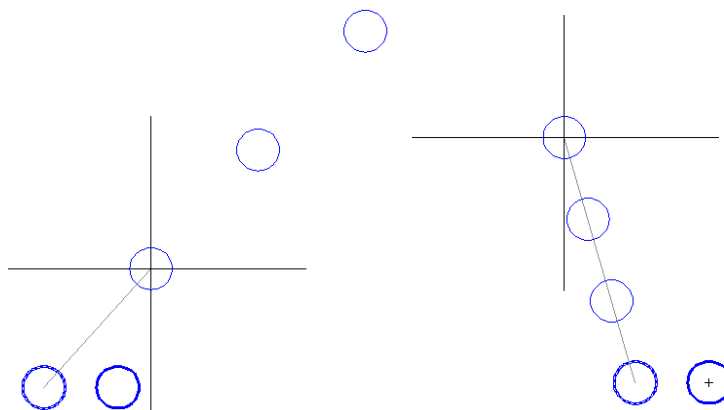


Рис. 45. Копирование окружности опцией **Массив**

3.2.2. Симметричное копирование объекта

Симметричное копирование осуществляют с помощью команды **Зеркальное отражение**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. После выбора объектов система делает запросы:

Первая точка оси отражения:

Вторая точка оси отражения:

Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <Н>:)

После ответа на последний запрос команда будет выполнена.

3.2.3. Создание подобного объекта

Создание подобного объекта (рис. 46) выполняют с помощью команды **Смещение**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. При выполнении этой команды система делает запросы:

Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой] <Через>:

Отвечая на запрос, указывают расстояние, на которое будут удалены подобные объекты, или положение точки, через которую будет проведен новый объект:

Выберите объект для построения подобного или [Выход/Отменить]:

указывают объект-источник для построения подобного объекта;

Укажите точку, определяющую сторону смещения или [Выход/Несколько/Отменить] <Выход>:

указывают, с какой стороны от объекта-источника будет построен подобный объект. При выборе опции **Несколько** программа позволяет строить подобные выбранному объекту с указанной стороны несколько раз. Далее система запрашивает объект для новых построений или предлагает закончить выполнение команды.

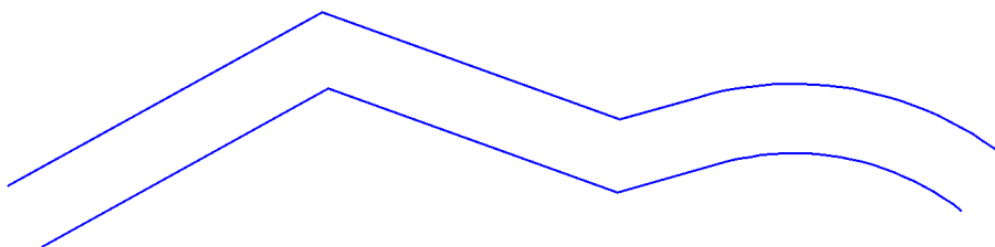


Рис. 46. Построение подобного объекта
с помощью команды **Смещение**

3.2.4. Копирование массивом

Копирование массивом объектов, расположенных закономерно (рядами, по окружности или по заданной траектории), выполняется с помощью меню команд **Массив**  панели или падающего меню **Редактирование**. Программа предлагает команды **Прямоугольный массив**, **Массив по траектории** и **Круговой массив** соответственно. Далее будет рассмотрена операция **Прямоугольный массив**. После выбора объектов копирования команда предлагает прямоугольный массив в графической зоне экрана с несколькими рядами и столбцами и запрос команды:

Выберите «ручку», чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/ Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/сТроки/Уровни/вЫход]<вЫход>:

Массив с параметром *Ассоциативный* снабжен прямоугольными точками и стрелками для изменения количества рядов, столбцов и расстояний между элементами (рис. 47). Левая нижняя «ручка» является базовой точкой всего массива, ближайшие к ней стрелки позволяют изменить расстояние между рядами и столбцами, удаленные от базовой точки «ручки» отвечают за уменьшение и увеличение количества рядов и столбцов. Параметр *Ассоциативный* «держит» все копируемые объекты в одной группе. Если необходимо в дальнейшем редактировать отдельные объекты, то задают опцию *Ассоциативный* и, отвечая на запрос,

Создать ассоциативный массив [Да/Нет] <Да>:

выбирают **Нет**. В результате программа копирует автономные объекты. Назначение количества рядов (строк), столбцов, интервалов между рядами и столбцами доступно и с помощью назначения соответствующих опций.

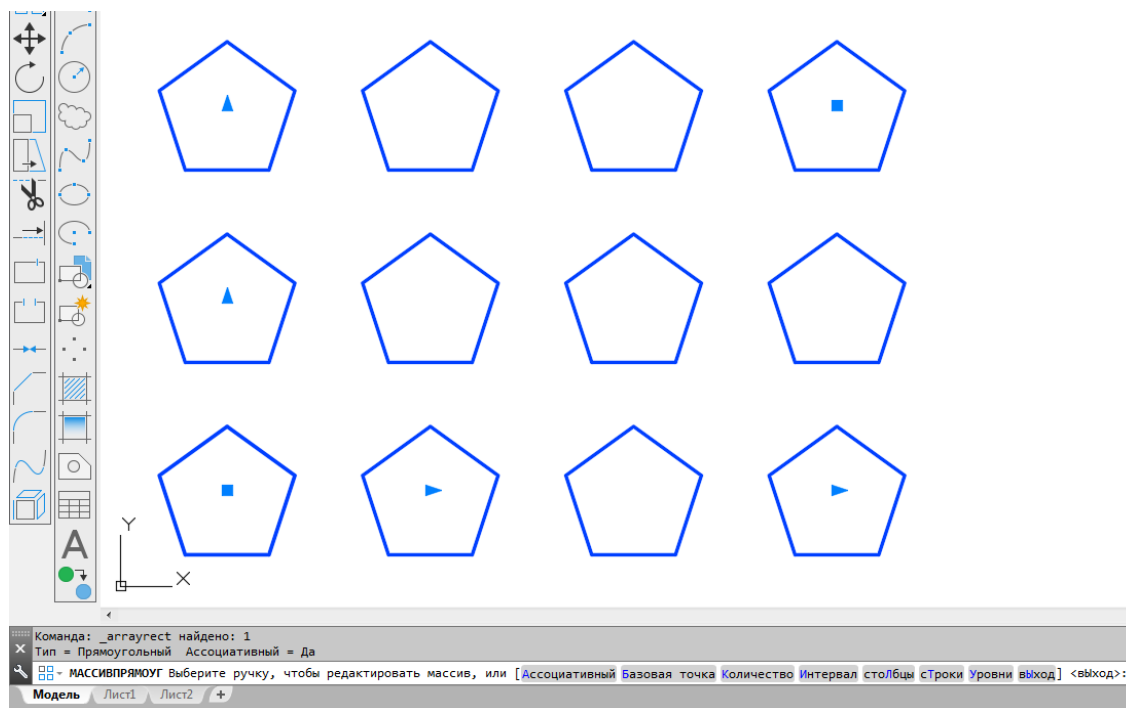


Рис. 47. Создание прямоугольного ассоциативного массива

3.2.5. Перемещение объекта

Параллельный сдвиг объекта осуществляют с помощью команды **Перенести**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. После выбора объектов система делает запрос:

Базовая точка или [Смещение] <Смещение >:

Для базовой точки выбирают характерный параметр объекта перемещения (например, для окружности – центр). Отвечая на следующий запрос,

Вторая точка или <считать смещением первую точку>:

указывают точку нового размещения базовой точки и самого выбранного объекта. Можно, отвечая на запрос, ввести относительные координаты смещения, например @120,50, при этом объект будет перемещен относительно базовой точки по осям x и y на 120 и 50 единиц соответственно.

3.2.6. Поворот объекта

Поворот объекта выполняют с помощью команды **Повернуть**  падающего меню **Редактирование**. После вызова команды система дает информацию о режиме измерения углов:

Текущие установки отсчета углов в ПСК: $ANGDIR=против\ ч/с$ $ANGBASE=0$

После выбора редактируемых объектов на запрос системы

Базовая точка:

следует указать базовую точку, относительно которой будет выполнен поворот.

Далее на запрос

Угол поворота или [*Копия/Опорный угол*] $< 0 >$:

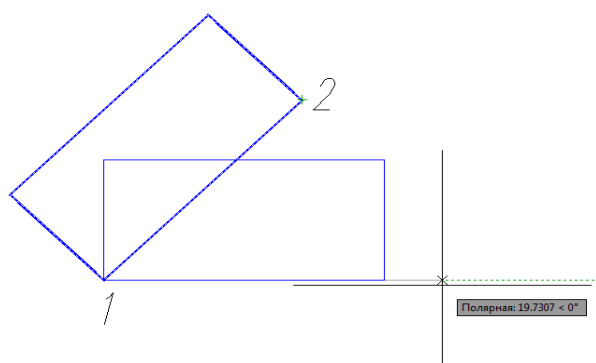


Рис. 48. Использование команды **Повернуть**

указывают угол поворота набором цифр в командной строке или щелчком мыши в графической зоне экрана. Или указывают угол поворота с помощью опции **Опорный угол** без дополнительных вычислений. Например, чтобы повернуть прямоугольник вокруг базовой точки **1** (рис. 48) до помещения стороны **12** в горизонтальное положение, выбирают опцию **Опорный угол** и на запрос

Опорный угол $<0>$:

указывают двумя щелчками мыши отрезок **12**. Далее на запрос

Новый угол:

вводят величину угла 0 или курсором поворачивают его в нужное горизонтальное положение.

3.2.7. Деформация объекта масштабированием

Масштабирование объекта выполняют с помощью команды  **Масштаб** падающего меню **Редактирование**. После вызова команды и выбора объекта масштабирования операцию увеличения или уменьшения производят, отвечая на следующие запросы:

Базовая точка:

указывают базовую точку, относительно которой произойдет уменьшение или увеличение объекта;

Коэффициент масштабирования или [Копия/Опорный отрезок] <1>:

При увеличении объекта вводят коэффициент масштабирования больше 1, при уменьшении его значение должно быть в промежутке от 0 до 1. Если необходимо изменение величины объекта в дробное количество раз, то используют опцию **Опорный отрезок**. Так, при изменении объекта в 5/9 раз на запросы системы после выбора опции **Опорный отрезок** вводят числовые значения в такой последовательности: на запрос

Длина опорного отрезка <1>:

вводят число 9, на запрос

Новая длина или [Точки] <1>:

вводят значение 5. Вместо цифрового значения при использовании опции **Точки** величину можно указать двумя щелчками ЛКМ в графической зоне экрана.

Опция **Копия** позволяет оставить и исходный объект, и измененный масштабированием. По умолчанию исходный объект удаляется.

3.2.8. Деформация объекта растяжением

Деформация растяжением объекта достигается с помощью команды **Растянуть**  падающего меню **Редактирование**. Изменение геометрической формы объекта с помощью этой команды выполняется обычно над полилинией без предварительного выбора объекта. Чтобы растянуть или сжать часть объекта относительно другой части, деформируемую часть выделяют с помощью секущей рамки или секущего многоугольника после вызова команды. Следуют запросы системы:

Выберите растягиваемые объекты секущей рамкой или секущим многоугольником...

Выберите объекты:

На рис. 49 показан пример выбора объектов растяжения секущей рамкой (щелчками ЛКМ в точках 1 и 2). Далее на запрос

Базовая точка или [Смещение] <Смещение>:

указывают базовую точку. Затем на последний запрос системы

Вторая точка или <считать смещением первую точку>:

указывают вторую точку вектора смещения или показывают направление смещения курсором и набирают численное значение деформации на клавиатуре (рис. 50).

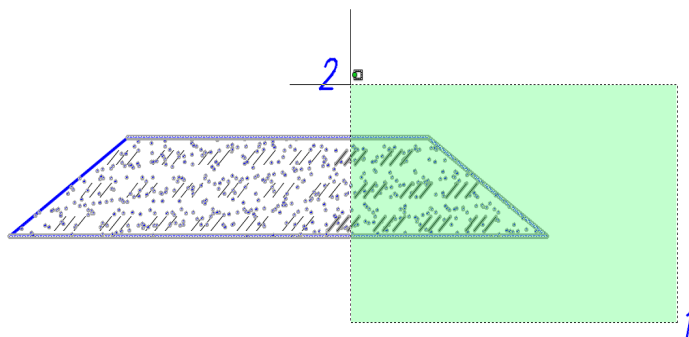


Рис. 49. Выбор объектов деформации растяжением с помощью секущей рамки

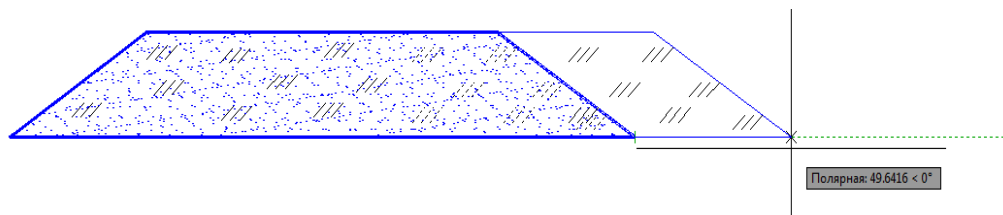


Рис. 50. Определение второй точки направления вектора деформации объекта

3.2.9. Обрезка, удлинение и сопряжение объектов

Команда **Обрезать**  падающего меню **Редактирование** позволяет обрезать объект по границам, которыми могут служить другие объекты. На первый запрос после вызова команды

Текущие установки: Проекция = ПСК, Кромки = Без продолжения

Выберите режущие кромки...

Выберите объекты или <Выбрать все>:

отвечают выбором границ обрезки. Выбор элементов, являющихся границами обрезки, заканчивают нажатием клавиши **Enter** или щелчком правой кнопки мыши. Ответом на следующий запрос:

Выберите обрезаемый (+Shift – удлиняемый) объект или [Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/удалить/Отменить]:

будет выбор объектов (по умолчанию), которые должны быть обрезаны по указанным границам. Объект указывают в той его части, которую необходимо обрезать. На рис. 51, *а* проиллюстрирован выбор границ обрезки, а на рис. 51, *б* – результат обрезки. Опция **Отменить** позволяет отменить только что выполненную обрезку; опция **Кромка** – изменить режим продолжения кромки до воображаемого пересечения (**С продолжением/Без продолжения**); опции **Линия**, **Секрамка** дополняют инструменты выбора объектов обрезки временной ломаной линией или секущей рамкой, опция **Проекция** удобна в 3D-проекциях, так как позволяет резать объекты не только указанными кромками, но и их проекциями.

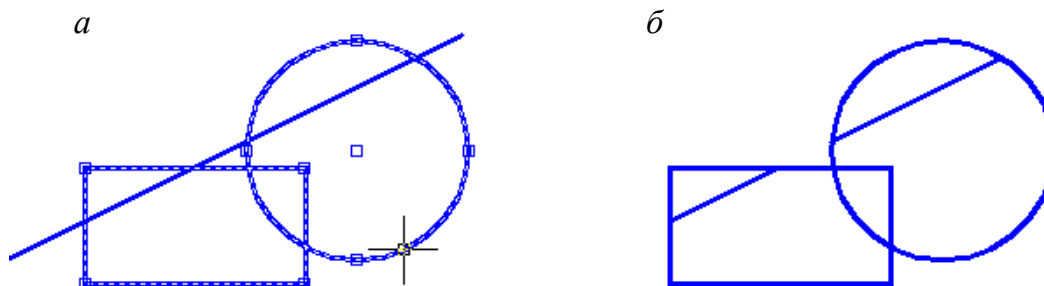


Рис. 51. Использование команды **Обрезать**

Команда **Удлинить**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование** позволяет удлинить объект до границ, которыми могут служить другие объекты. На первый запрос системы после предъявления установок

Текущие установки: Проекция = ПСК, Кромки = Без продолжения

Выберите граничные кромки...

Выберите объекты или <Выбрать все>:

необходимо указать графические примитивы, которые являются границами, до которых необходимо довести данные линии (рис. 52, а). Выбор элементов, являющихся границами удлинения, заканчивают нажатием клавиши **Enter** или щелчком правой кнопки мыши. Ответом на следующий запрос:

Выберите удлиняемый (+Shift – обрезаемый) объект или [Линия/Секрэмка/Проекция/Кромка/Отменить]:

будет выбор объектов (по умолчанию), которые должны быть удлинены до указанных границ (рис. 52, б). Опции данной команды работают аналогично опциям команды **Обрезать**.

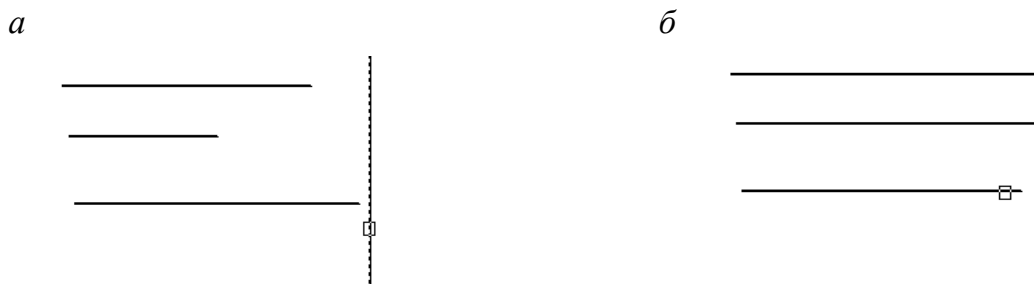


Рис. 52. Выполнение операции удлинения линий до выбранных границ:
а – выбор границ; б – удлинение линий до выбранных границ

Команда **Разорвать**  падающего меню **Редактирование** позволяет разорвать объект двумя указанными точками.

С помощью команды **Сопряжение**  падающего меню **Редактирование** выполняют сопряжение объектов. После вызова команды система предлагает информацию о текущих настройках и запрос первого сопрягаемого объекта:

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000

Выберите первый объект или [отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:

Чтобы задать новые установки режима обрезаки и радиуса сопряжения, выбирают опции **Обрезка** и **Радиус**. После установки другого режима обрезаки и радиуса система повторяет запрос:

Выберите первый объект или [отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:)

Отвечая на этот запрос, указывают первый объект сопряжения, а на запрос: *Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:*

— второй объект. На рис. 53 показано выполнение сопряжения двух ортогональных отрезков: *а* — с установкой режима **Без обрезки**; *б* — в режиме **С обрезкой**.

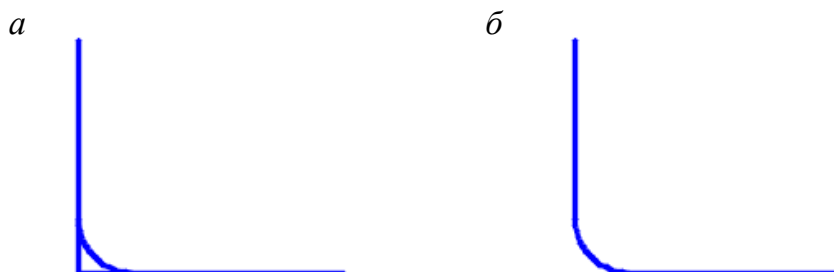


Рис. 53. Выполнение команды **Сопряжение**:
а — в режиме **Без обрезки**; *б* — в режиме **С обрезкой**

При нажатии клавиши *Shift* выбирают уже сопряженные стороны для восстановления угла.

Команда **Фаска**  падающего меню **Редактирование** работает аналогично команде **Сопряжение**. После вызова команды система предлагает информацию о текущих настройках и запрос первого отрезка для выполняемой фаски:

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Параметры фаски: Длина1= 0.0000, Длина2= 0.0000

Выберите первый отрезок или [оТменить/полИлиния/Длина/Угол/оБрезка/Метод/Несколько]:

После установки другого режима обрезки с помощью опции **оБрезка** и длины катетов фаски с помощью опции **Длина** система повторяет запрос:

Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Расстояние/Угол/Метод]:

Нужно отметить первый и второй обрезаемые отрезки. На рис. 54 показаны исходный угол для снятия фаски, построение фаски с режимом **С обрезкой**, с режимом **Без обрезки** и снятие фаски со всех углов полилинии с помощью опции **полИлиния**.



Рис. 54. Выполнение команды **Фаска**

Опция **Метод** позволяет изменить способ построения фаски по двум длинам смежных сторон на способ построения по длине стороны и заданному углу снятия фаски.

При выполнении фаски или сопряжения в программе napoCAD открываются окна **Фаска** и **Сопряжение** при выборе соответствующих команд из группы **Редактирование** (рис. 55).

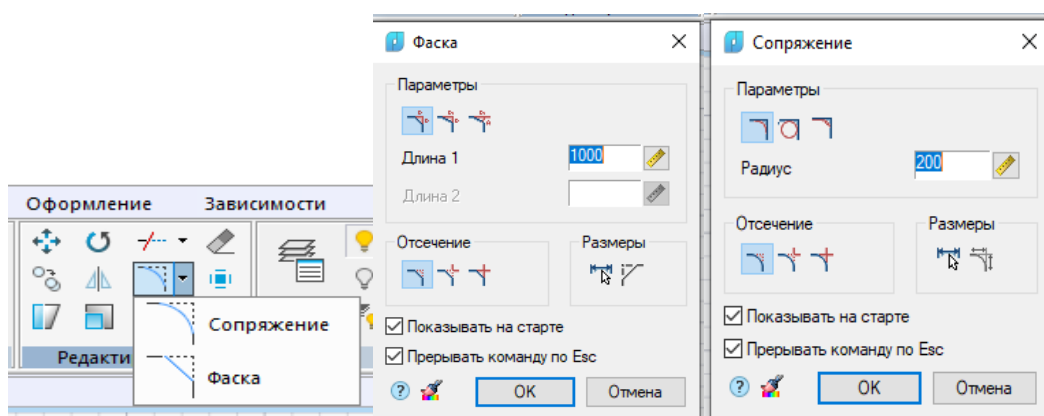


Рис. 55. Диалоговые окна *Фаска* и *Сопряжение* программы napoCAD

3.3. Редактирование сложных примитивов

Редактирование таких примитивов, как полилиния, шрифт, штриховка, сплайн и др., выполняют с помощью команд падающего меню **Редактировать** (рис. 56). Также сложные примитивы редактируют с помощью контекстного меню, которое вызывают на экран щелчком ПКМ после выбора редактируемого объекта или окна **Свойства** (рис. 57).

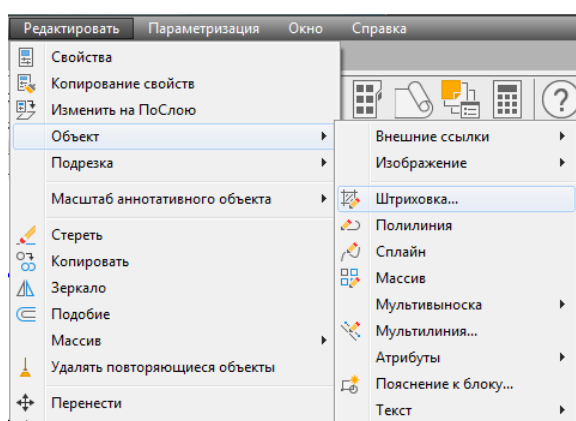


Рис. 56. Редактирование сложных примитивов. Меню **Редактировать**

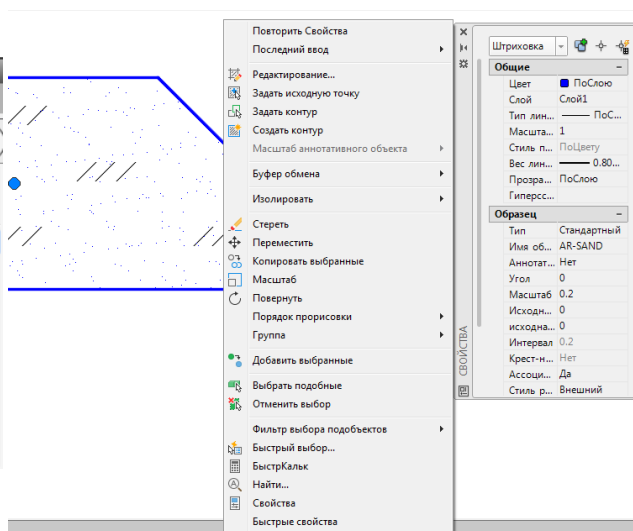


Рис. 57. Редактирование сложных примитивов. Контекстное меню и окно **Свойства**

Например, редактирование штриховки выполняют, обратившись к меню **Редактировать** → **Объект** → **Штриховка** (см. рис. 56), или, выделив штриховку на чертеже, открывают контекстное меню щелчком ПКМ или окно **Свойства** (см. рис. 57).

Разрушение сложных примитивов выполняют с помощью команды **Расчленить**  падающего меню или одноименной панели **Редактировать**. При обращении к этой команде такие сложные графические примитивы, как полилиния, мультилиния, многоугольник, блок, штриховка и т.п., состоящие из простых элементов (отрезков, дуг) и воспринимаемые системой как единый примитив, разрушают на эти простые примитивы-сегменты. На рис. 58 показан результат разрушения полилинии командой **Расчленить**.

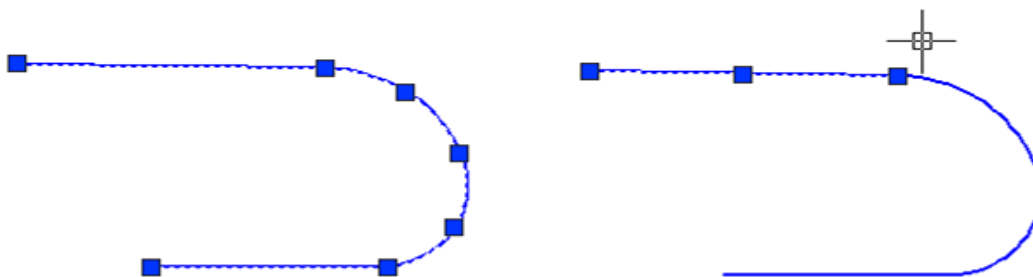


Рис. 58. Использование команды **Расчленить** для разрушения полилинии на отдельные простые примитивы

*Редактирование сложных примитивов в программе naпoCAD выполняют, активируя соответствующую команду двойным щелчком ЛКМ на сложном примитиве. При этом для штриховки открывается диалоговое окно **Штриховка**, для Полилинии в командной строке появляется набор опций команды **Полилиния**. При редактировании параметров текста строку выделяют одним щелчком ЛКМ, затем активируют окно **Свойства**, выбранное в контекстном меню, которое открывают щелчком ПКМ.*

4. БЛОКИ. СОЗДАНИЕ, ВСТАВКА И РЕДАКТИРОВАНИЕ БЛОКА

Для использования в чертежах часто повторяющихся сложных геометрических объектов создают блоки. Блоком является набор геометрических объектов, имеющих одну базовую точку, и воспринимающийся как единый элемент. Блок может иметь три разных масштаба по осям x , y , z и может быть статическим и динамическим. Динамический блок отличается от статического тем, что обладает одним или несколькими параметрами (размеры, углы наклона, количество внутренних элементов и т.д.), способными к изменению. При использовании динамического блока на чертеже создается объект с изменяющимися параметрами.

В программе naпoCAD статические блоки создают, подобно тому, как их создают в AutoCADe. Динамические блоки сильно отличаются по содержанию, алгоритму создания и использования от созданных в AutoCADe.

4.1. Создание и вставка статических блоков

Создание блока в данном пособии рассмотрено на примере набора геометрических элементов, изображающих оконный проем с двойным остеклением. Последовательность создания блока в этом случае будет следующей:

1. Выполнить изображения оконного проема габаритами 1512x510 мм (рис. 59). Выбрать элементы этого изображения для создания блока *ОК*.

2. Создать блок под названием *ОК* последовательностью команд **Рисование** → **Блок** → **Создать...** . В результате откроется диалоговое окно **Определение блока** (рис. 60).

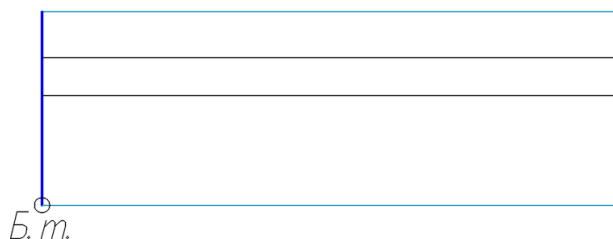


Рис. 59. Оконный проем с двойным остеклением

3. В окне **Определение блока** необходимо:

- задать имя блока: *ОК*;
- с помощью кнопки **Указать** выбрать базовую точку (*Б.т.*) блока щелчком мыши (см. рис. 59);
- выбрать одну из опций режима сохранения блока в области **Объекты**: **Оставить** – объекты для блока оставить в прежнем статусе, **Преобразовать в блок** – объекты будут преобразованы в блок или **Удалить** – объекты для блока будут удалены;
- в области **Поведение** выбрать опцию **Разрешить расчленение**.

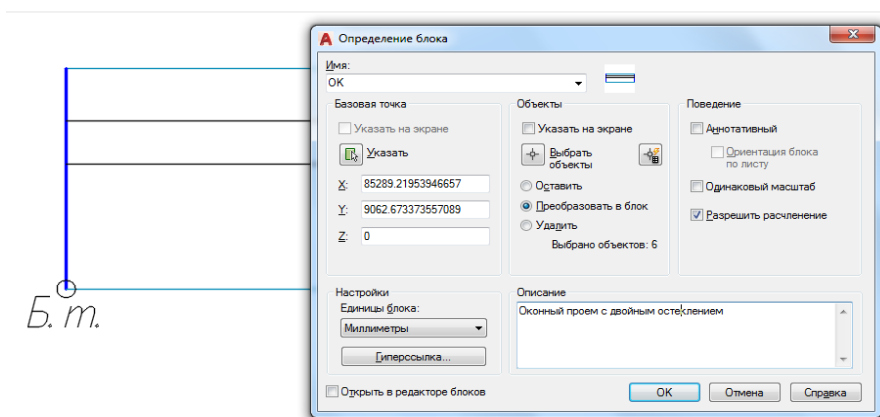


Рис. 60. Диалоговое окно **Определение блока**

Вставка блока в чертеж осуществляется с помощью панели **Рисование** → **Вставить Блок** . Эта команда открывает окно **Вставка** (рис. 61), в котором можно выбрать блок из списка. Также можно импортировать блок из другого файла, содержащего блоки, с помощью кнопки **Обзор**. Можно изменить угол поворота блока при вставке его в чертеж или задать угол поворота в окне **Угол**, изменить масштабы блока по осям или принять единый масштаб, выбрав опцию

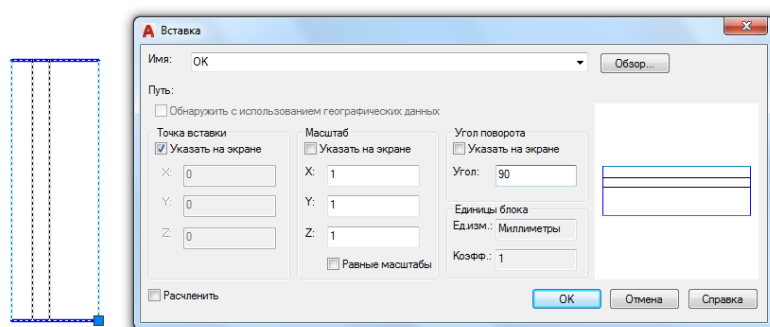


Рис. 61. Диалоговое окно **Вставка** и пример вставки блока **OK** в чертеж

Равные масштабы, и разрешить расчленение блока при вставке его в чертеж.

На рис. 62 показано редактирование одного из параметров блока. С помощью окна **Свойства** изменен масштаб блока **OK** по оси *x*.

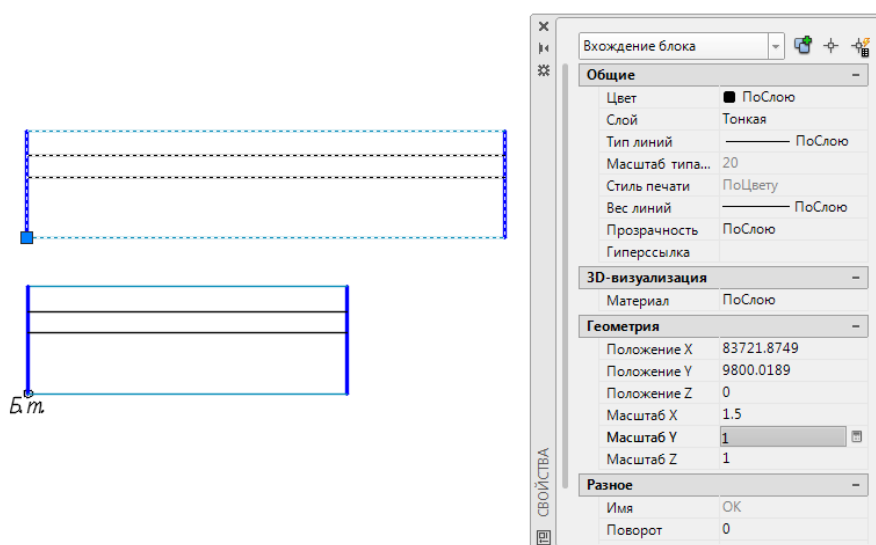


Рис. 62. Редактирование блока **OK** с помощью окна **Свойства**

4.2. Создание динамических блоков

Динамический блок в данном пособии будет создан на примере рассмотренного выше блока **OK** с введением одного параметра и операции **Растяжение**. Для создания динамического блока используют последовательность команд **Сервис** → **Редактор блоков** . При этом открывается диалоговое окно **Редактирование определения блоков** (рис. 63).

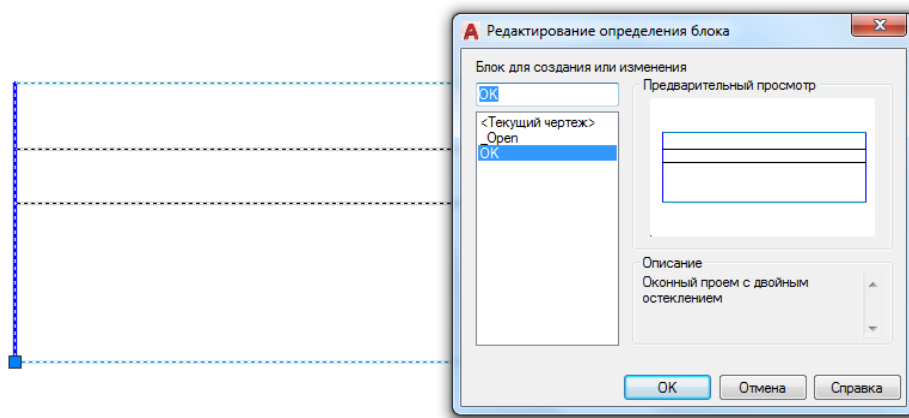


Рис. 63. Диалоговое окно *Редактирование определения блоков*

После выбора блока для его редактирования в этом окне программа переходит в режим работы с *Палитрой вариаций блоков*. Для создания динамического блока *ОК*, способного к растяжению по оси *x*, в этой палитре необходимо выбрать вкладку *Параметры*, позицию *Линейный* и указать на чертеже блока линейное расстояние для изменяющегося параметра (рис. 64).

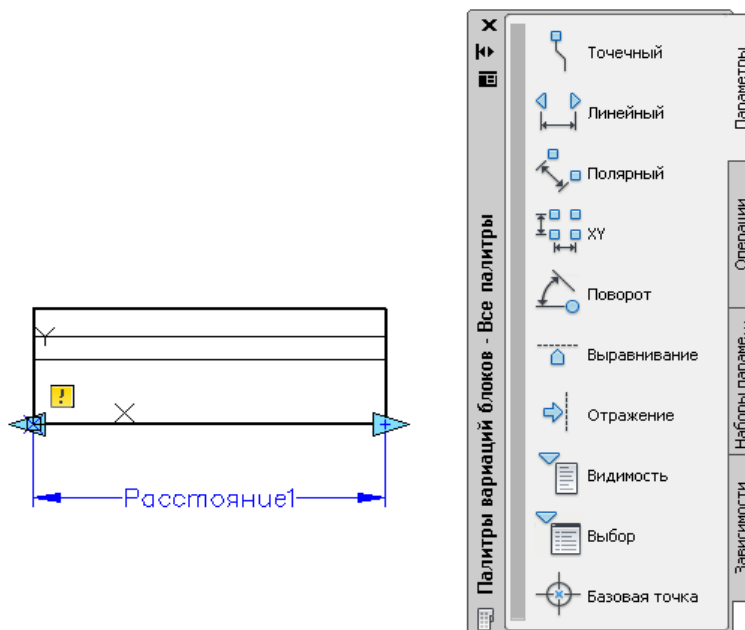


Рис. 64. Выбор изменяющегося параметра для блока *ОК*

Выполняя операцию *Растянуть* (рис. 65), необходимо ответить на следующие запросы программы:

Выберите параметр:

Указать параметр *Расстояние 1* на чертеже.

Укажите точку параметра которой необходимо связать с операцией или введите [*Начальная точка/Вторая*] < *Вторая* >:

Указать правую стрелку на блоке выбранного параметра. На два запроса:

Укажите первый угол рамки растягивания [Смн-угол]:

Противоположный угол:

секущей рамкой выбрать правую часть блока.

Выберите объект:

Секущей рамкой выбрать объект для растяжения ↵.

Измененный блок можно сохранить с тем же именем *OK* при закрытии редактора блоков или присвоить новое имя с помощью команды **Сохранить блок как...** (см. рис. 65).

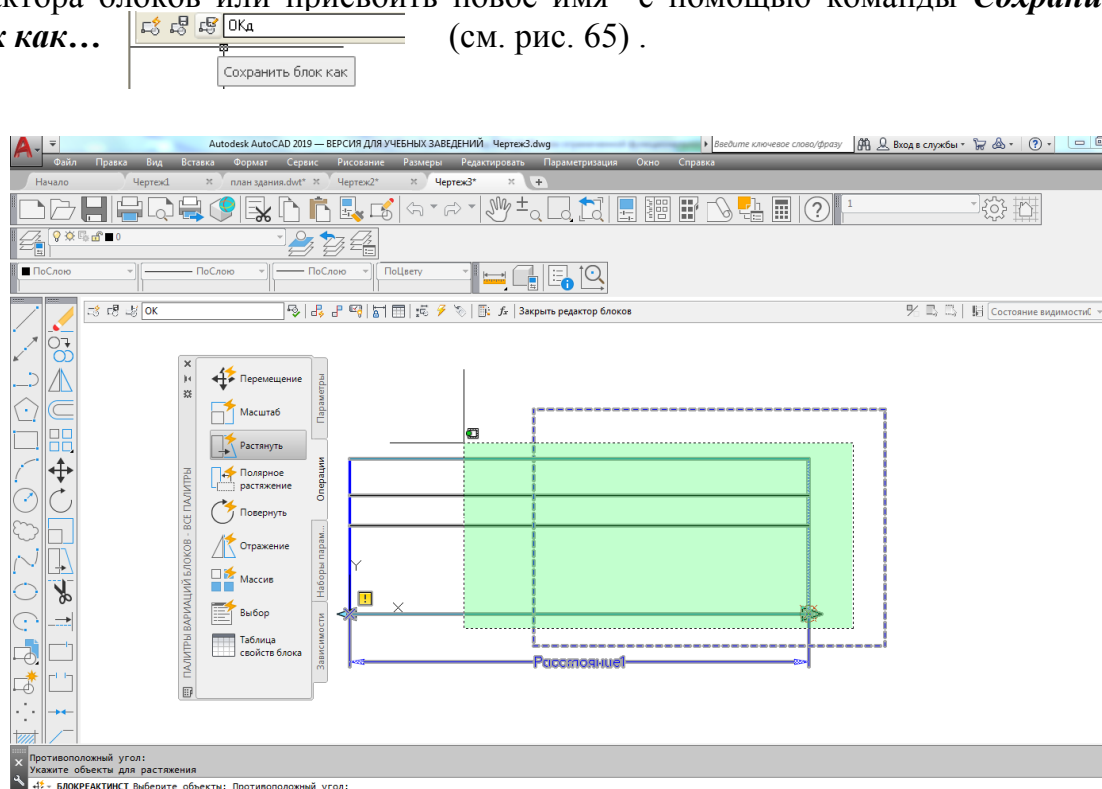


Рис. 65. Выполнение операции **Растянуть** при создании динамического блока

Визуальное различие между выделенными на чертеже статическим и динамическим блоками показано на рис. 66. Стрелка на чертеже блока определяет изменяющийся параметр динамического блока.

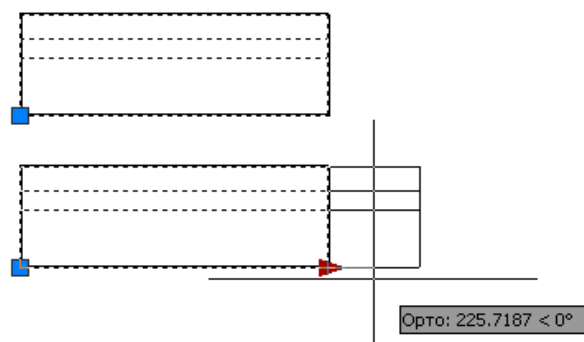


Рис. 66. Различие между статическим и динамическим блоками на чертеже

В программе *napoCAD* динамические блоки имеют отличный от программы *AutoCAD* принцип создания, содержания и использования. С алгоритмом создания и использования динамических блоков в программе *napoCAD* можно познакомиться на платформе *Stepik* (<https://stepik.org/182335>).

5. ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ 2D-ЧЕРТЕЖЕЙ В СРЕДЕ AUTOCAD

В практике работы с файлом чертежа необходимо выполнить несколько подготовительных действий: создание слоев, использование *Центра управления* для переноса слоев, стилей размеров и текстов и т. д. во вновь созданный файл.

5.1. Создание слоев

Для выполнения чертежей в среде AutoCAD создают слои с параметрами линий, соответствующими ГОСТ 2.303–68 ЕСКД. Для этого используют команду *Слой...* падающего меню *Формат*. При этом активируется окно *Диспетчер свойств слоев* (рис. 67).

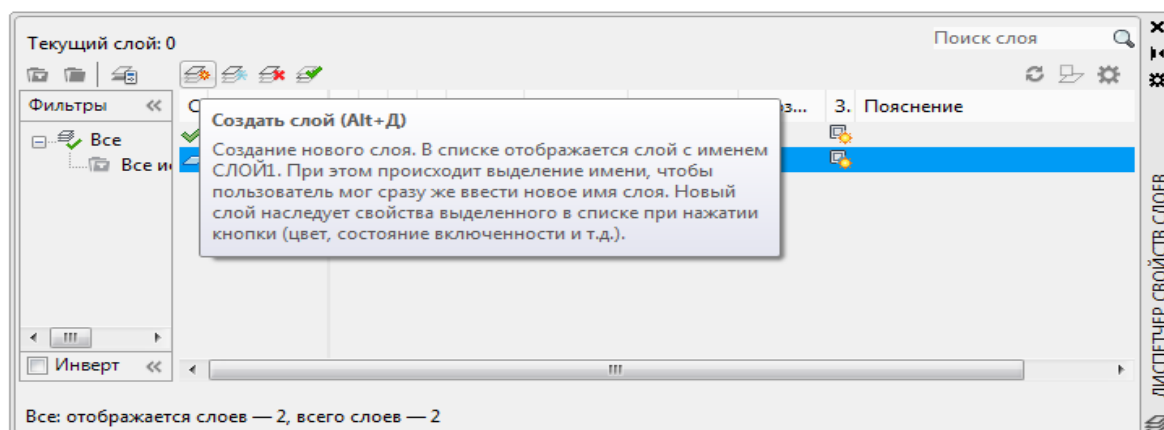


Рис. 67. Окно создания и редактирования слоев

Все необходимые для чертежа слои создают с помощью пиктограммы *Создать слой* (см. рис. 67). Далее слою дают имя, редактируют его цвет, выбирают тип линии и ее толщину (вес линии) щелчком ЛКМ в соответствующей колонке редактируемого слоя. Для выбора типа линии с помощью кнопки *Загрузить* открывают окно *Загрузка/перезагрузка типов линий* (рис. 68).

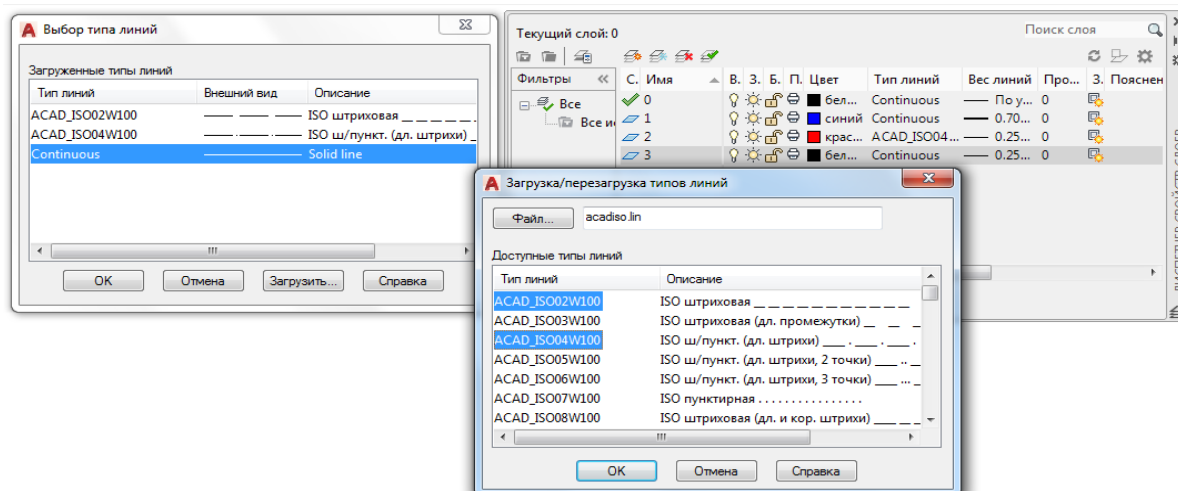


Рис. 68. Загрузка типов линий, необходимых для чертежа

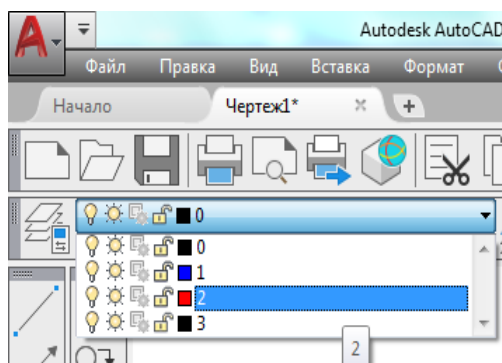


Рис. 69. Список слоев панели **Слои**

Во время выполнения чертежа слой выбирают из списка панели **Слои** (рис. 69). Выбор слоя необходимо выполнять щелчком ЛКМ на названии в правой области списка, так как значки, расположенные с левой стороны, могут погасить, заморозить или заблокировать слой для его дальнейшего редактирования и работы в нем.

В программе *naпoCAD* группа инструментов **Слои** находится в ленте **Главная**. Принцип создания слоев аналогичен программе *AutoCAD*.

5.2. Использование Центра управления

Центр управления программы *AutoCAD* является инструментом переноса созданных в других файлах слоев, стилей размеров, текстов, мультилиний и пр. во вновь созданный файл чертежа. Активация центра управления выполняется последовательностью команд **Сервис** → **Палитры** → **Центр управления** . Также для активации окна центра управления (**DesignCenter**) можно использовать горячие клавиши **Ctrl+2**.

В этом окне из выбранного файла можно выделить необходимые слои, стили и пр. для последующего переноса их во вновь созданный файл чертежа (рис. 70).

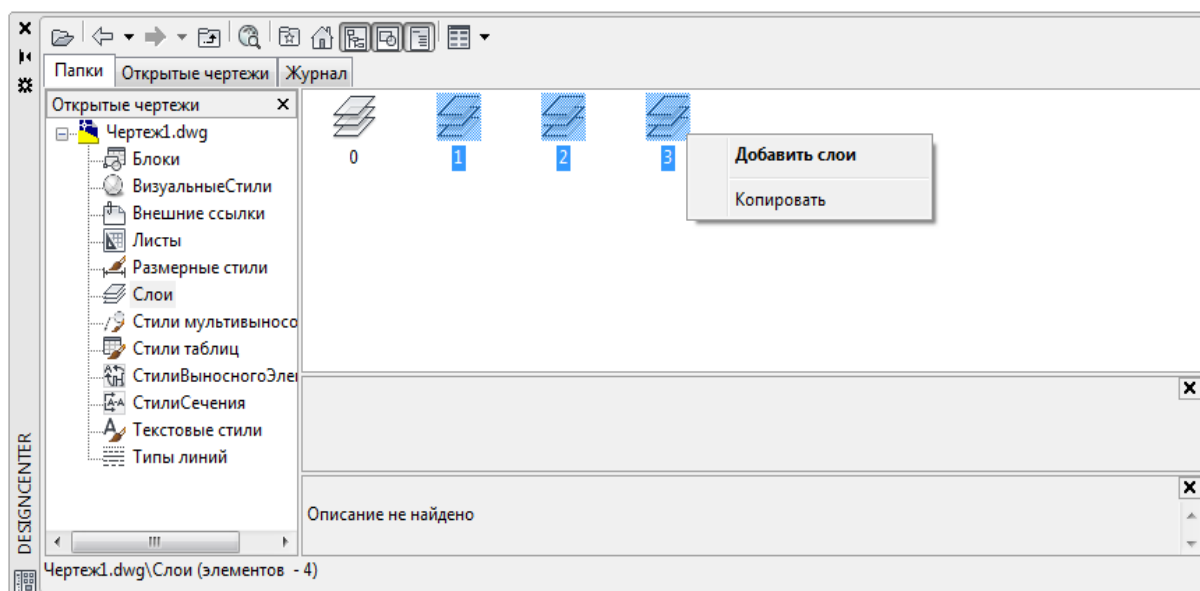


Рис. 70. Окно центра управления **DesignCenter**

В программе *naпoCAD* **Центр Управления** программы активируют с помощью последовательности: лента **Настройки** → **Обозреватель файлов**.

5.3. Пример выполнения графической работы №1 «Вал»

В качестве практических рекомендаций к освоению программы AutoCAD предлагаем выполнить чертеж детали (рис. 72). Для этого необходимо создать файл чертежа *Вал.dwg* и сохранить его на диске D в своей папке. Для освоения множества возможных инструментов программы рекомендуем придерживаться последовательности операций:

1. Создать слои с помощью команды **Формат** → **Слои...** (см. подр. 5.1):

Слой 1 для линий видимого контура: цвет – синий, тип линии – сплошная (continuous), вес линии – 0.7.

Слой 2 для осевых линий: цвет – красный, тип – штрихпунктирная (ISO04W100), вес линии – 0.25.

Слой 3 для линий штриховки и нанесения текста и размеров: цвет – черный, тип линии – сплошная (continuous), вес линии – 0.25.

2. Создать текстовый стиль, следуя указаниям подр. 2.6.5, с параметрами: *стиль текста* Simplex, *степень растяжения* 0.8, *угол наклона* 15.

3. Создать размерный стиль, следуя указаниям подр. 2.6.6, с параметрами: **Стрелка** Разомкнутая, размером 5; **Удлинение за размерную** 3; **Текст**: стиль 1, высотой 5; **Глобальный масштаб** 1; **Точность** 0.

4. Вычертить главный вид детали (см. рис. 72):

4.1. Включить режимы (см. подр. 1.2) **ОРТО**, **ПРИВЯЗКА**, **ВЕС**.

4.2. Выбрать **Слой 2** (см. подр. 5.1).

4.3. Вычертить осевую линию с помощью команды **Рисование** → **Отрезок** → щелчок ЛКМ в произвольной точке экрана → отвести курсор вправо, 160 ↵.

4.4. Вычертить верхний контур вала (**Слой 1**) в последовательности, предложенной на рис. 71, используя команды **Рисование** → **Отрезок** → ЛКМ с привязкой **Ближайшая** (см. подр. 1.7) на выполненной оси (точка1) 20↵ 50↵ 5↵ 100↵. Выполняя отрезки по заданным точкам, отводить курсор в нужную сторону.

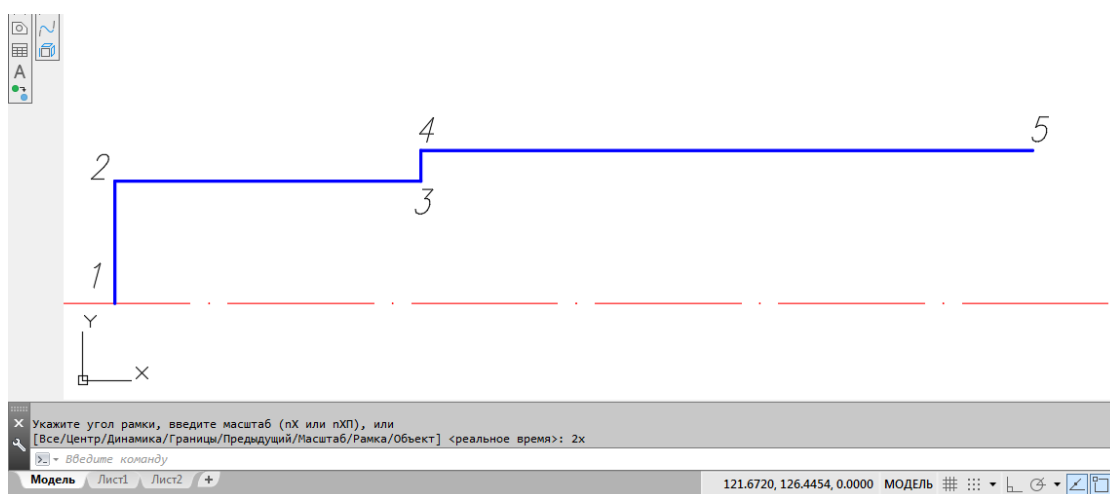


Рис. 71. Процесс выполнения чертежа

4.5. Удлинить отрезок 3-4 до осевой линии с помощью команд **Редактировать** → **Удлинить** (см. подр. 3.2.9). При указании удлиняемого отрезка щелчок ЛКМ делать ближе к границе удлинения (см. рис. 71).

4.6. Скопировать выполненный контур относительно оси с помощью команд **Редактировать** → **Зеркальное отражение** (см. подр. 3.2.2).

4.7. Выполнить линию обрыва (**Слой 3**) с помощью операций **Рисование** → **Слайн** (см. подр. 2.5).

4.8. Выполнить фаску (**Слой 1**) с помощью операций **Редактирование** → **Фаска** (см. подр. 3.2.9). Так как в начале сеанса AutoCADa в команде **Фаска** назначается режим *С обрезкой*, длина катетов фаски 0, угол 45° , то для задания параметров фаски использовать опции **Длина 1:** 4↵, **Длина 2:** 4↵ и затем щелчком ЛКМ указать отрезки для создания фаски.

4.9. Выполнить оси цилиндрических выемок для отверстия и шпоночного паза (**Слой 2**). Для этого использовать операции **Рисование** → **Прямая** → **Отступ** → 25↵ → ЛКМ на отрезке 1-2 → ЛКМ справа. Аналогично построить оси шпоночного паза с отступами 75 и 115 от отрезка 1-2.

4.10. Выполнить окружность для сквозного отверстия радиусом 5 (**Слой 1**) с помощью операций **Рисование** → **Круг** → ЛКМ в точке пересечения осей (см. подр. 2.2).

4.11. Копировать окружность с базовой точкой в центре окружности, указывая центры новых положений щелчками ЛКМ в точках пересечения осей шпоночного паза (см. подр. 3.2.1).

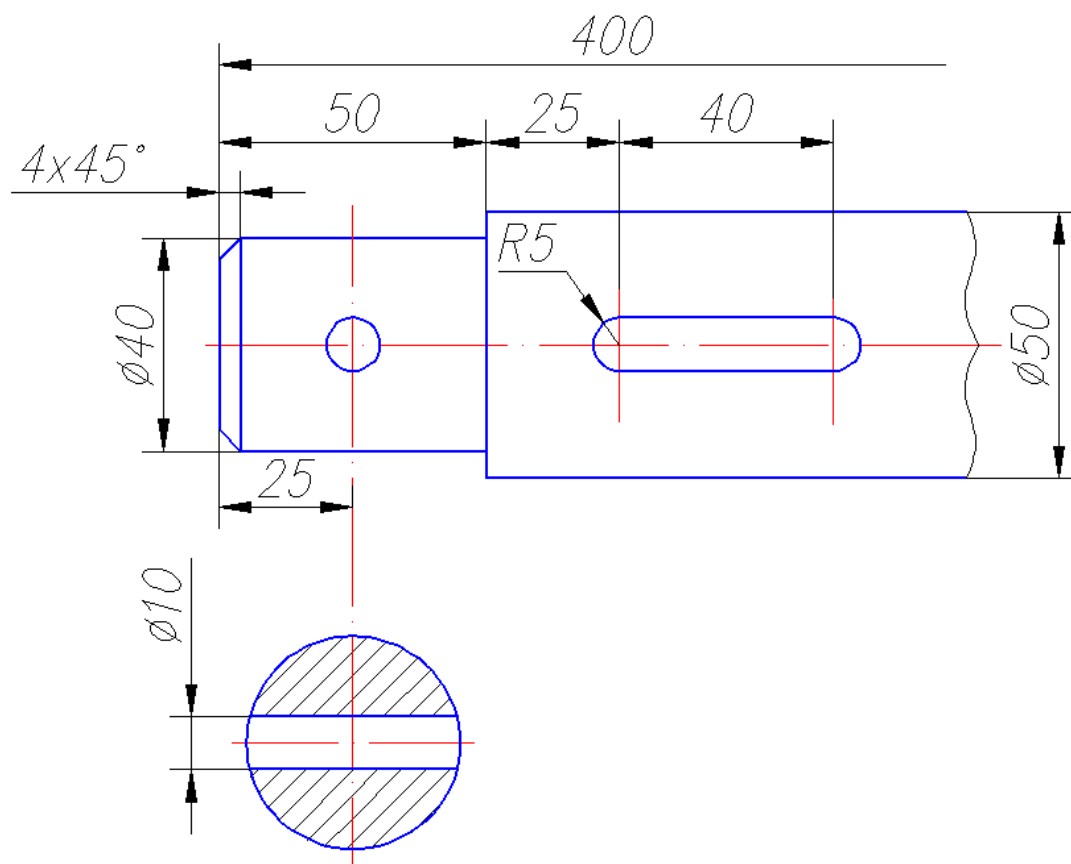


Рис. 72. Пример выполнения чертежа «Вал»

4.12. Провести верхний и нижний отрезки шпоночного паза командой **Отрезок**. Обрезать внутренние части окружностей, используя операции **Редактирование** → **Обрезать** (см. подр. 3.2.9).

4.13. Вычертить вынесенное сечение вала со сквозным отверстием:

4.13.1. Провести горизонтальную ось (**Слой 2**) сечения с помощью команды **Отрезок**.

4.13.2. Выполнить окружность (**Слой 1**) радиусом 20 с центром в пересечении осей.

4.13.3. Выполнить отверстие (**Слой 1**) с помощью операций **Рисование** → **Прямая** → **Отступ** → 5.⌞ ЛКМ на горизонтальной оси → ЛКМ сверху → ЛКМ снизу от оси.

4.13.4. Обрезать все лишние линии с помощью команды **Обрезать**. Осевые линии вытянуть с помощью «ручек» за границы изображений на 1...5 мм.

4.13.5. Выполнить штриховку сечения (**Слой 3**) с помощью операций **Рисование** → **Штриховка** (см. подр. 2.6.4).

4.14. Нанести размеры (**Слой 3**) в соответствии с рис. 72 (см. подр. 2.6.6).

5.4. Пример выполнения графической работы №2 «Сопряжение»

С помощью данной работы осваиваются операции точного черчения в программе AutoCAD. В данном пособии предлагается следующая последовательность выполнения чертежа, проиллюстрированная на рис. 73 – 79:

1. Создать файл чертежа *Сопряжение.dwg* и сохранить его на диске D.
2. Используя **Центр управления**, перенести в данный файл слои, текстовый и размерные стили (см. подр. 5.2).
3. Выполнить чертеж «Сопряжение» (см. рис. 79):
 - 3.1. Включить режимы (см. подр. 1.2) **ОРТО, ПРИВЯЗКА, ВЕС**.
 - 3.2. Вычертить осевые линии (вертикальную и горизонтальную) длиной по 70 мм (**Слой 2**) с помощью команды **Рисование** → **Отрезок** (см. подр. 2.1).
 - 3.3. Выполнить окружности (**Слой 1**) радиусами 30 и 10 с одним центром в пересечении осей.
 - 3.4. Выполнить осевые для окружностей с правой стороны чертежа с помощью команд **Рисование** → **Прямая** → **Отступ**: от вертикальной – на 64 мм, от горизонтальной – на 138 (см. подр. 2.4).
 - 3.5. Скопировать окружности с осями с базовой точкой в центре окружностей с помощью команд **Редактирование** → **Копирование объекта** (см. подр. 3.2.1 и рис. 73). Удалить лишние прямые линии.
 - 3.6. Используя окно **Свойства**, изменить радиус большей окружности на 24 мм (см. рис. 74).
 - 3.7. Построить касательную прямую к двум окружностям с помощью последовательности команд **Рисование** → **Отрезок**, используя привязку **Касательная** на каждой из окружностей (см. рис. 75).

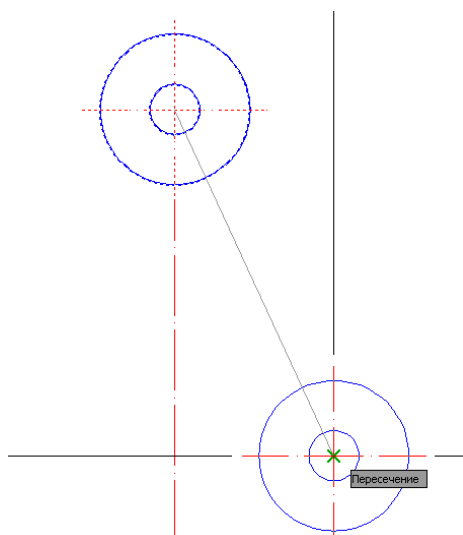


Рис. 73. Копирование окружностей

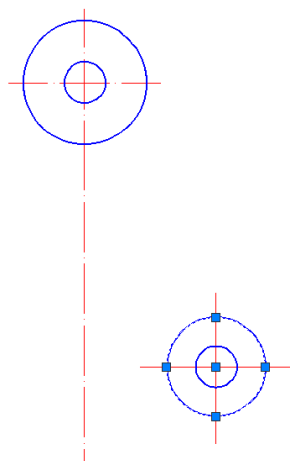


Рис. 74. Редактирование параметра окружности

Круг	
Цвет	ПоСлою
Слой	Слой1
Тип линий	ПоСлою
Центр X	2924.8453
Центр Y	1392.149
Радиус	24
Диаметр	48
Длина окружности	150.7964
Площадь	1809.5574

3.8. Выполнить симметричное копирование объекта с помощью последовательности команд **Редактирование** → **Зеркальное отражение** (см. подр. 3.2.2).

3.9. Выполнить сопряжение радиусом 65 мм двух нижних окружностей с помощью команд **Рисование** → **Сопряжение**. При этом изменить радиус и режим обрезки с помощью опций команды (см. подр. 3.2.9 и рис. 76).

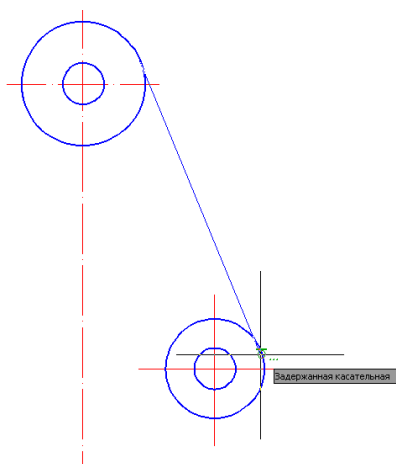


Рис. 75. Построение касательной

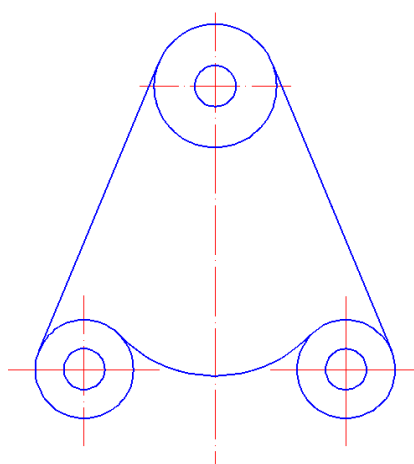


Рис. 76. Построение сопряжения

Ввод	
Отмена	
Последний ввод	
3T	
2T	
KKP (кас кас радиус)	
Переопределение привязок	
Параллелизм	
Экстремум	
Штурвал	
БыстрыйКлик	

3.10. Выполнить сопряжение радиусом 130 мм двух окружностей с помощью команд **Рисование** → **Круг** → **KKP (кас кас радиус)** (см. подр. 2.2) и обрезать верхнюю часть окружности, используя операции **Редактирование** → **Обрезать** (см. рис. 77).

3.11. Выполнить построение внутренней части чертежа с помощью операций **Редактирование** → **Смещение** (см. подр. 3.2.3) с отступом от двух касательных на расстояние 45 мм и от горизонтальной оси верхней окружности на 110 мм (см. рис. 78).

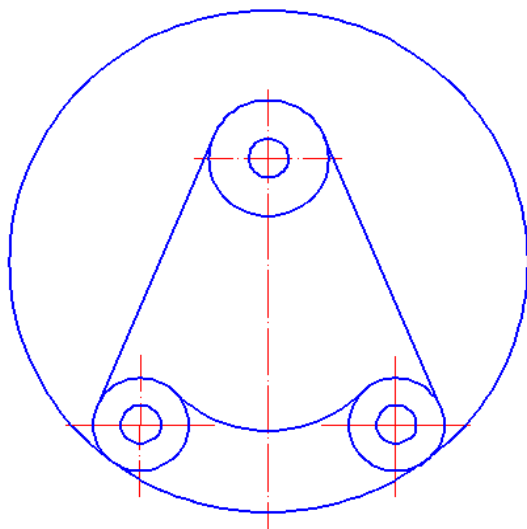


Рис. 77. Построение касательной окружности

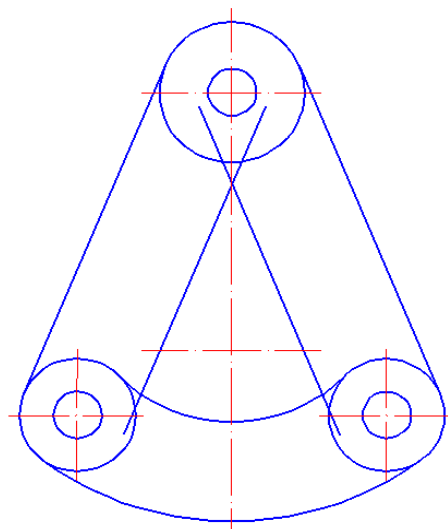


Рис. 78. Построение подобных объектов

3.12. Для построенных прямых выполнить сопряжение радиусом 5 мм с помощью команды **Рисование** → **Сопряжение**.

3.13. Нанести размеры (**Слой 3**) в соответствии с рис. 79 и подр. 2.6.6.

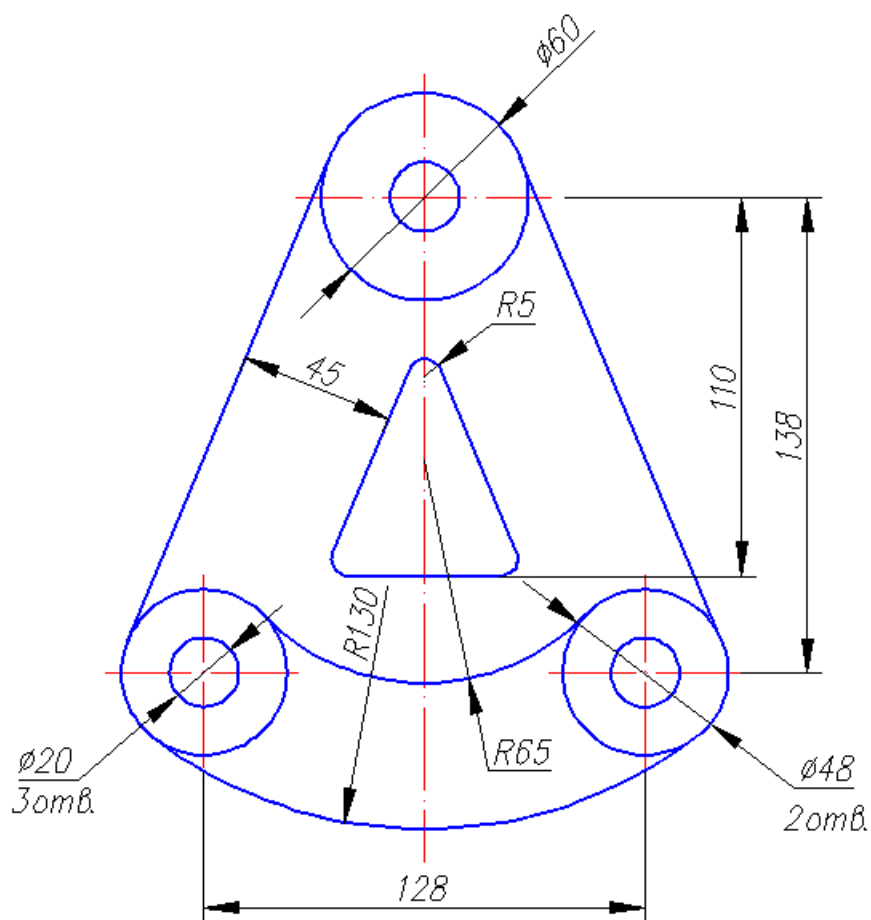


Рис. 79. Пример выполнения чертежа «Сопряжение»

5.5. Пример выполнения графической работы №3 «Проекционное черчение»

В данной работе рассматриваются способы ввода координат, различные операции копирования объектов, оптимальное использование различных режимов и привязок в программе AutoCAD. Предлагается следующая последовательность выполнения чертежа, проиллюстрированная на рис. 80 – 83:

1. Создать файл чертежа *Проекционное черчение.dwg* и сохранить его на диске D.

2. Используя **Центр управления**, перенести в данный файл слои, текстовый и размерные стили (см. подр. 5.2).

3. Выполнить чертеж «Проекционное черчение» (см. рис. 83):

3.1. Включить режимы в строке состояния (см. подр. 1.2) **ОРТО**, **ПРИВЯЗКА**, **ОТС-ОБЪЕКТ**, **ВЕС**.

3.2. Вычертить прямоугольник 420x360 мм (**Слой 1**) с помощью команд **Рисование** → **Прямоугольник** (см. подр. 2.6.1).

3.3. Вычертить осевые линии (**Слой 2**) с помощью команд **Рисование** → **Отрезок** с привязкой к середине противоположных сторон прямоугольника.

3.4. Вычертить окружность радиусом 55 мм с центром в пересечении осей (**Слой 1**). Выполнить правильный шестиугольник с помощью команд **Рисование** → **Многоугольник** (см. подр. 2.6.2). При выборе опции данной команды **Вписанный в окружность** указать радиус 105 мм.

3.5. Выполнить крайнюю окружность радиусом 25 мм как элемент будущего массива с помощью команд **Рисование** → **Круг** → временная привязка **Смещение**  → ЛКМ на базовой точке (см. рис. 80) → @50,40↙ → 25↵.

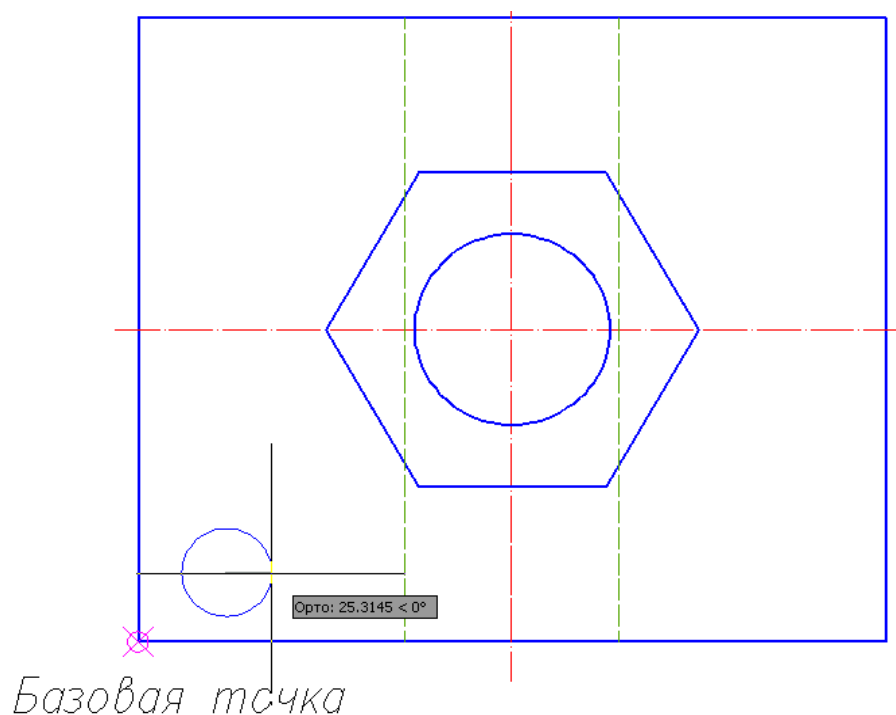


Рис. 80. Использование привязки **Смещение**

3.6. Перед построением массива окружностей дорисовать центровые оси (**Слой 2**).

3.7. Выполнить копирование окружности с помощью команд **Редактирование** → **Массив** → **Прямоугольный** (см. подр. 3.2.4). В процессе построения можно выбрать объекты копирования до обращения к команде **Массив**, затем необходимо выбрать опции и ответить на запросы программы (см. рис. 81):

- **Ассоциативный** – нет;
- **столбцы** – 3, расстояние между столбцами – 160;
- **строки** – 2, расстояние между строками – 180.

3.8. Достроить ребра жесткости (**Слой 1**) и невидимые линии (**Слой 4**).

При необходимости создать **Слой 4** для линии невидимого контура: цвет – зеленый, тип штрихования – ISO02W100, вес линии – 0,3.

3.9. Выполнить главный вид детали с использованием команды **Отрезок** и временной привязки **Координатные фильтры**:

– вызвать команду **Отрезок**;

– с помощью сочетания **Shift**+ПКМ открыть список временных привязок, выбрать в нем координатный фильтр точек по оси *x* (см. рис. 82);

– щелчком ЛКМ указать точку 1 на виде сверху и еще одним щелчком ЛКМ указать примерное начало отрезка на главном виде. Далее вычертить главный вид и разрезы детали. Нанести размеры в соответствии с рис. 83.

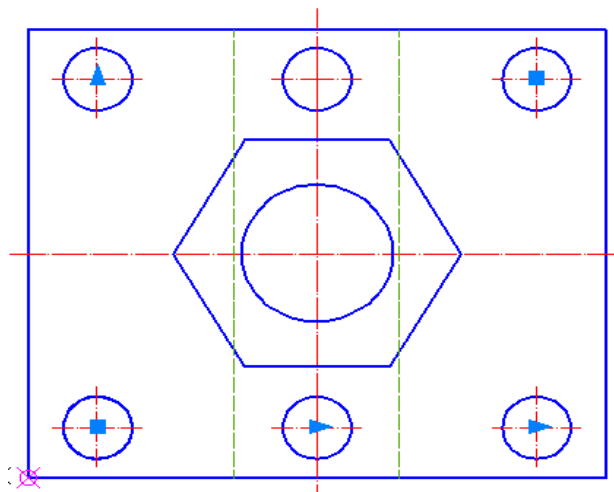


Рис. 81. Использование команды **Массив**

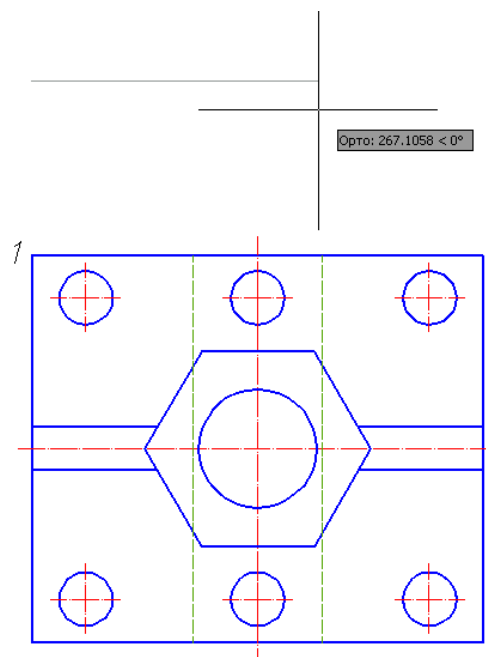
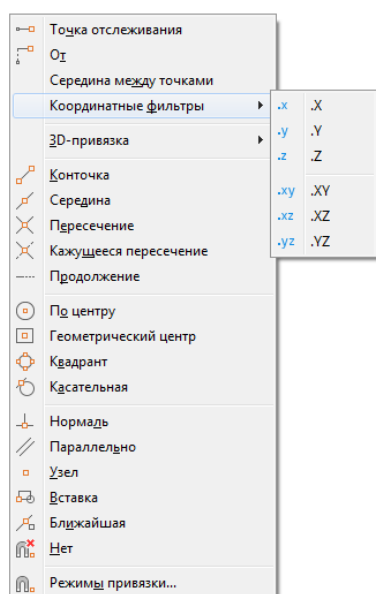


Рис. 82. Использование привязки **Координатные фильтры**

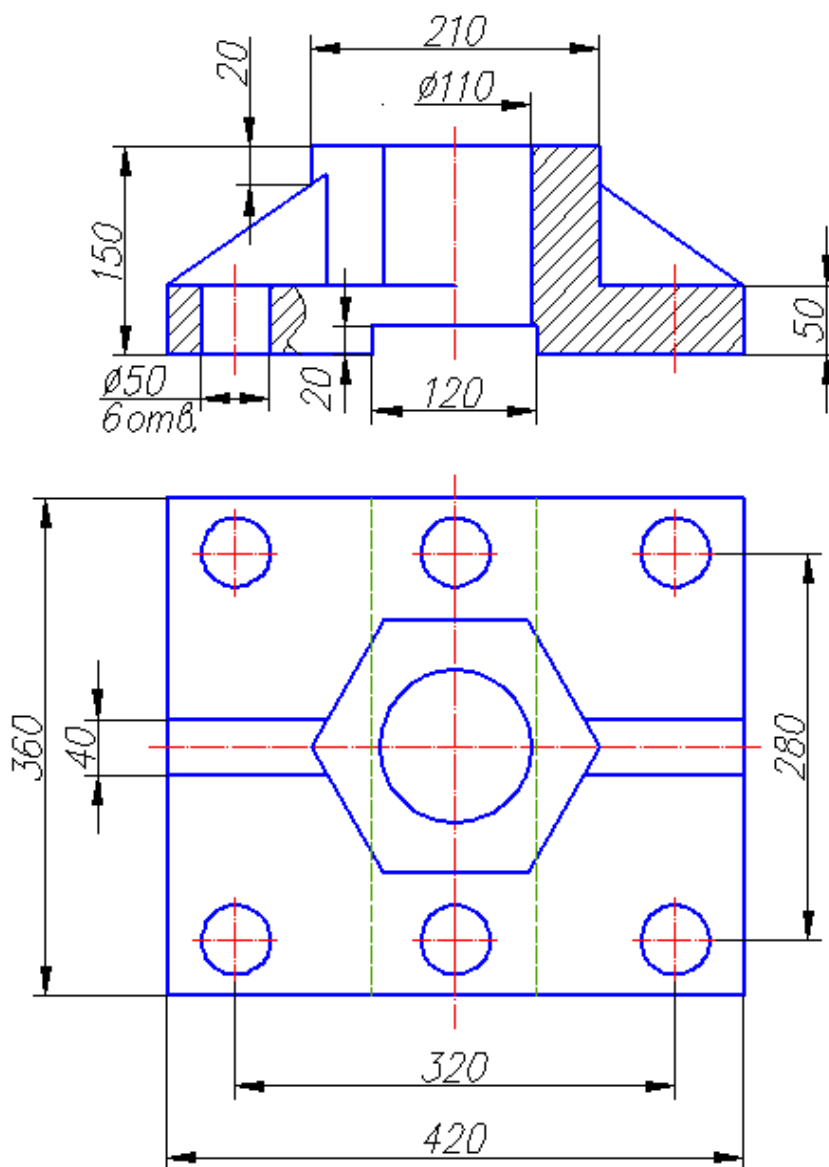


Рис. 83. Пример выполнения чертежа «Проекционное черчение»

5.6. Компоновка чертежа в пространстве *Листа* и вывод его на печать

Чертеж, выполненный в масштабе 1:1 в пространстве *Модели*, можно скомпоновать на формате, соответствующем ГОСТ 2.301–68 ЕСКД «Форматы», в пространстве *Листа*. Различные изображения этого чертежа могут выводиться в *Лист* с разными масштабами видовых экранов.

5.6.1. Создание шаблона для нового *Листа*

В связи с тем, что в программе AutoCAD не предусмотрены шаблоны, соответствующие ГОСТу 2.301 – 68 «Форматы», в данном пособии предлагается создать шаблон формата А4 для чертежа «Проекционное черчение»:

1. Создать новый файл для рамки чертежа.
2. Перенести слои и текстовые стили из уже созданного файла «Проекционное черчение» с помощью **Центра управления** программы AutoCAD.

3. Для создания Листа «А4» с шаблоном формата А4 вертикального расположения выполнить чертеж рамки соответствующего формата и основную надпись:

- вычертить границы формата (*Слой 3*) с помощью команды **Рисование** → **Прямоугольник**. Отвечая на первый запрос, ввести координаты первой точки: 0, 0; на второй запрос программы ввести координаты: 210,297;

- внутреннюю рамку чертежа вычертить с помощью команды **Прямоугольник** (*Слой 1*). Отвечая на первый запрос, ввести координаты 20,5. Вторую точку прямоугольника ввести с помощью относительных координат. Для этого использовать привязку **Смещение**  (см. подр. 5.5) и на запрос о базовой точке указать верхний правый угол внешней рамки чертежа, далее на вопрос о величине отступа ввести значение @-5,-5;

- вычертить границы основной надписи (рис. 84) с помощью команды **Рисование** → **Прямоугольник** (*Слой 1*). Отвечая на первый запрос системы, указать нижний правый угол внутренней рамки чертежа, а на второй запрос: @-185,55;

- разрушить прямоугольник основной надписи командой **Редактирование** → **Расчлнить** ;

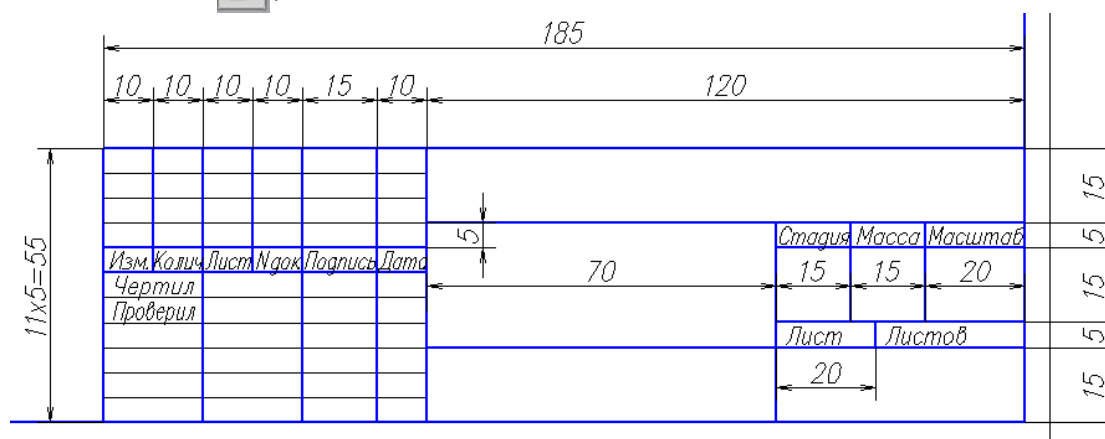


Рис. 84. Основная надпись

- изобразить внутренние горизонтальные линии штампа копированием нижнего отрезка с помощью команды **Редактирование** → **Массив** (*Слой 3*). Вертикальные (*Слой 1*) удобно копировать с помощью команды **Редактирование** → **Подобие**;

- заполнить основную надпись с помощью команды **Рисование** → **Текст** → **Однострочный**.

4. Запомнить файл как шаблон в папке *Template* под именем *A4.dwg* с помощью последовательности **Файл** → **Сохранить как...**. В открывшемся окне выбрать тип файла: **Шаблон чертежа AutoCAD (*.dwt)** (откроется папка *Template*) → тип файла: **Чертеж AutoCAD 2007 (*.dwg)** → внести имя файла: *A4*.

Этот шаблон может быть использован для вставки в пространство вновь создаваемого листа с именем *A4*.

5.6.2. Создание и компоновка Листа

Для создания **Листа А4** выполнить алгоритм:

1. Открыть файл *Проекционное черчение.dwg*.
2. Создать новый лист с помощью команд **Сервис** → **Мастеры** → **Компоновка листа...**. В открывшемся окне **Создание листа – Начало** (рис. 85) ответить на запросы программы:
 - **Имя нового листа** – *А4*.
 - **Принтер** – *Нет*.
 - **Формат** – *ISO A2 (420.00x594.00 мм)*.
 - **Ориентация листа** – *Книжная*.
 - **Основная надпись** – *А4.dwg*.
 - **Видовые экраны** (Один экран в масштабе 1:5).
 - **Положение** (указать в пространстве Листа А4 двумя щелчками ЛКМ).
 - **Готово**.┘

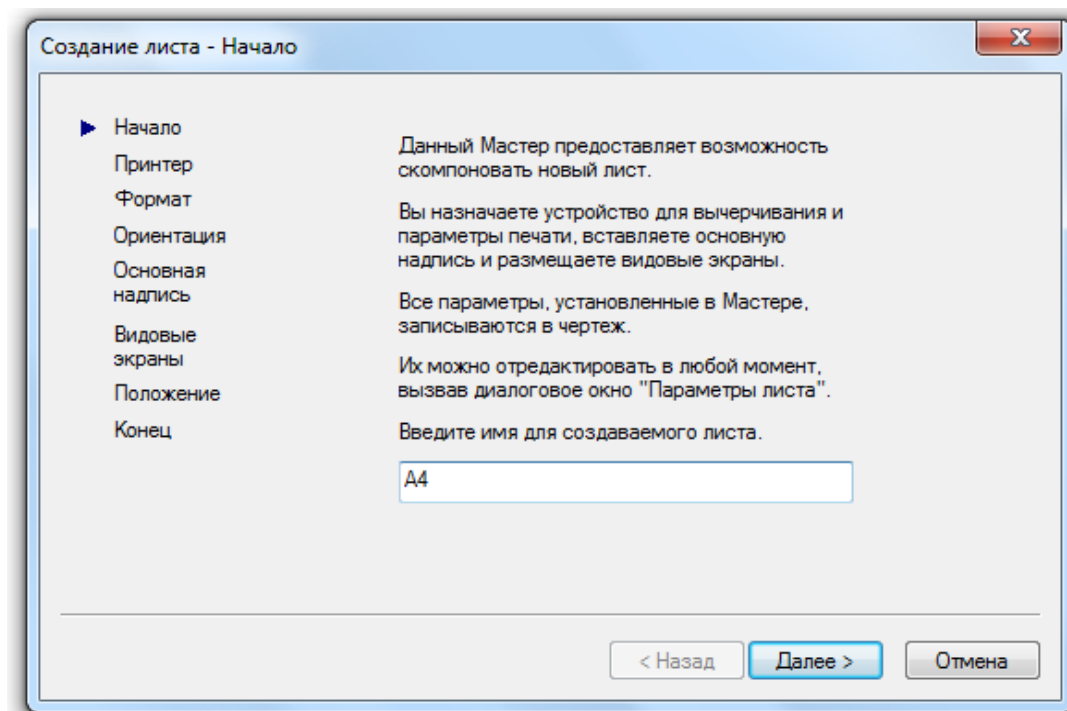


Рис. 85. Окно **Создание листа – Начало**

Созданный первый видовой экран в пространстве **Листа А4** содержит два изображения детали в масштабе 1:5. Для создания дополнительных видовых экранов можно открыть панель **Видовые экраны** (рис. 86). Эта панель позволяет создавать видовые экраны в границах простого прямоугольника, многоугольника или любой другой замкнутой формы, выполненной в пространстве листа, которую программа предлагает преобразовать в видовой экран. В окне панели **Видовые экраны** можно откорректировать масштаб выделенного на листе видowego экрана. Также масштаб видowego экрана можно задать в окне **Свойства**. Контур экрана необходимо перевести в слой «*Вспом*», запрещенный к печати.

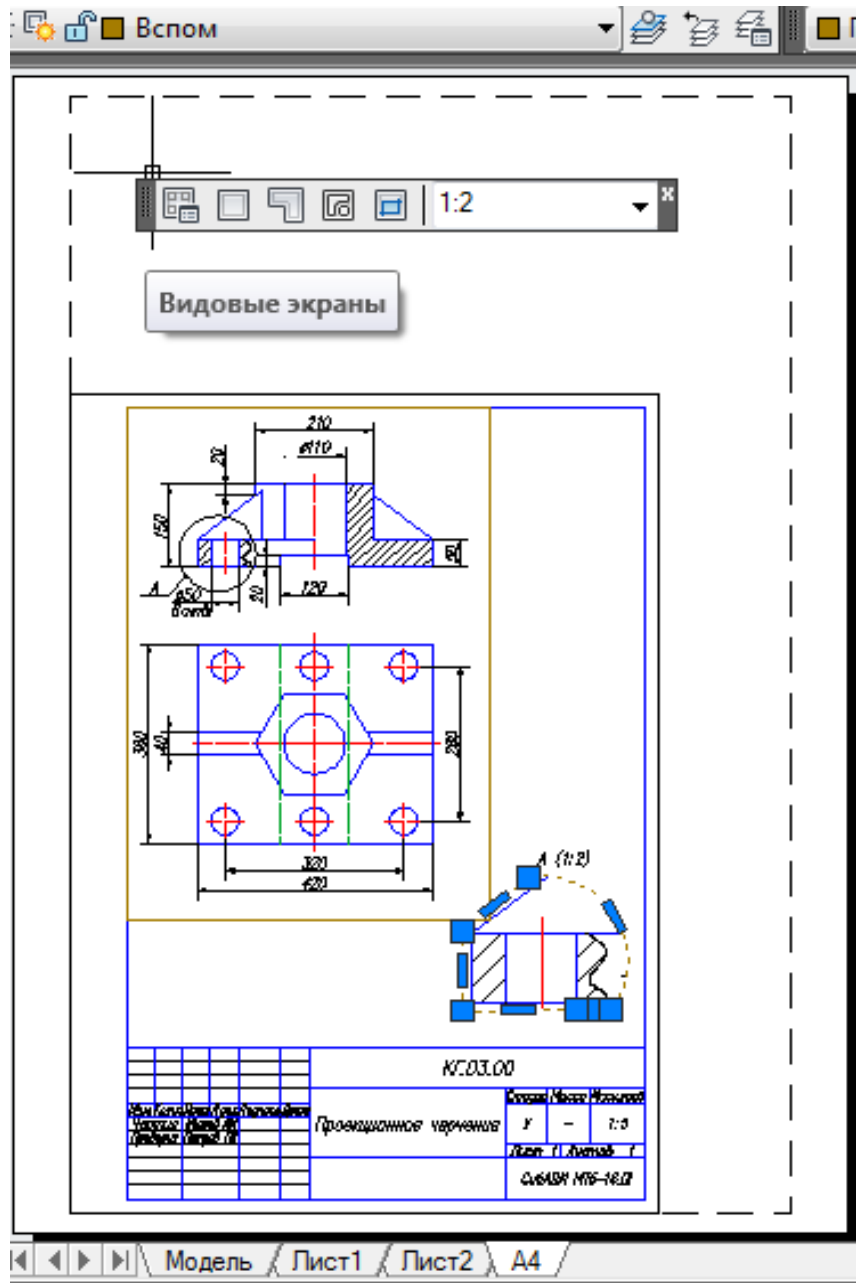


Рис. 86. Компоновка *Листа А4*

При выходе в пространство *Листа* можно работать как в пространстве *Модели*, активизируя это пространство двойным щелчком ЛКМ внутри видового экрана, так и в пространстве *Листа*. Все, что создано в пространстве *Листа*, не отражается в пространстве *Модели*, как будто начерчено на кальке, лежащей сверху.

Также необходимо создать дополнительные стили размеров и текстов, чтобы они в разных видовых экранах оказались одинаковыми после распечатки чертежа. Для этого достаточно создать на базе использованных стилей новые с другим масштабом увеличения параметров.

5.6.3. Вывод на печать из пространства Листа

Вывод на печать можно осуществлять как из пространства *Модели*, так и из пространства *Листа*. В данном пособии рассмотрен вывод на печать из пространства *Листа* с помощью следующих операций:

1. Открыть окно **Печать—А4** с помощью команд **Файл → Печать...**.
2. Развернуть окно печати, щелкнув кнопку со стрелкой в нижнем правом углу окна (рис. 87).

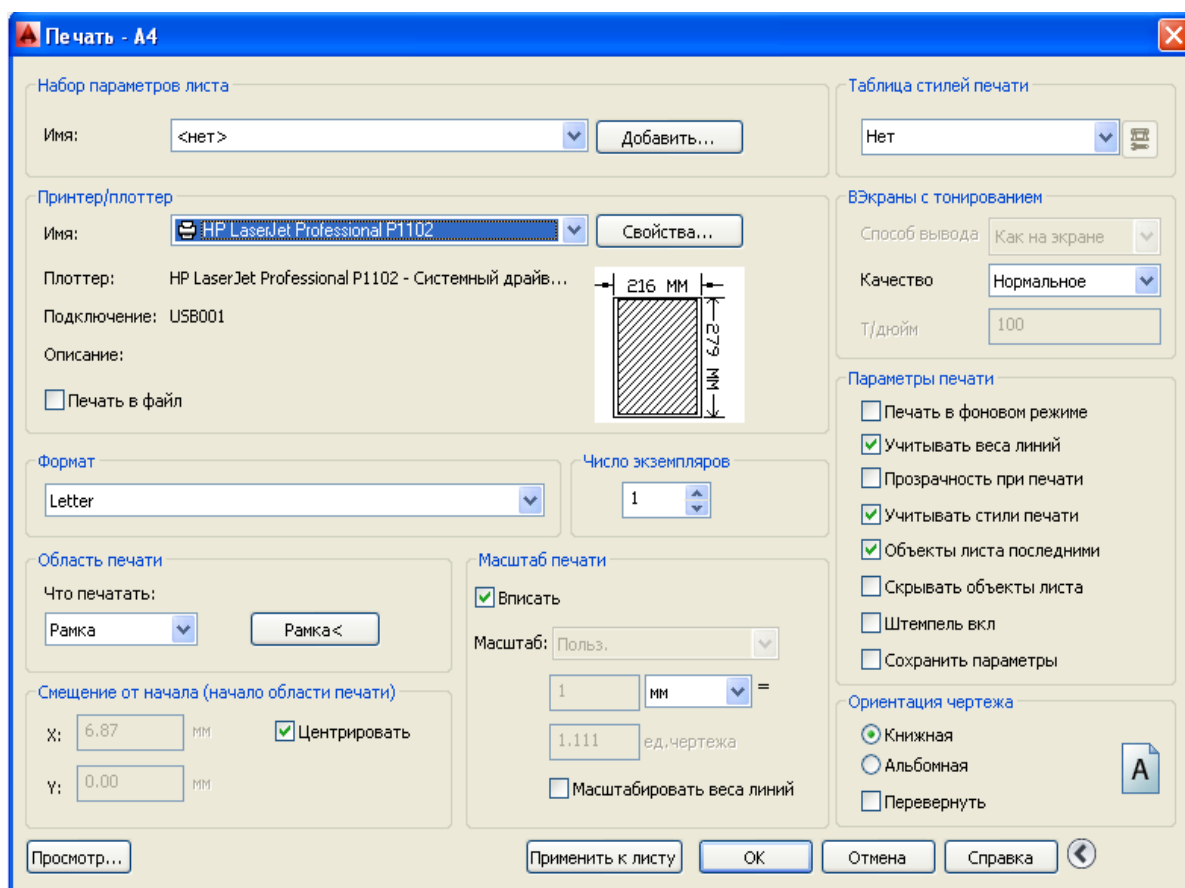


Рис. 87. Окно вывода на печать

3. Выбрать плоттер, ориентацию чертежа, опции печати в соответствии с текущими требованиями к оформлению чертежа:

- область печати выбрать с помощью параметра **Что печатать: Рамка** и кнопки **Рамка<**;
- при выборе принтера с форматом А4 необходимо использовать масштаб печати **Пользов.**, появляющийся при активизации параметра **Вписать**;
- при неоднократном использовании этих параметров печати для данного файла необходимо нажать кнопку **Применить к Листу**.

В программе *naпoCAD* для создания *Листа* необходимо использовать ленту *СПДС* в версии *naпoCADx64 22.0* (при отсутствии такой ленты можно открыть программу *СПДС 22.0x64* и ленту *СПДС* в ней).

С алгоритмом создания и использования Листов в программе nanoCAD можно познакомиться на платформе Stepik (<https://stepik.org/182335>).

Приступить к оформлению Листа в программе nanoCAD можно по следующему алгоритму:

- для формата А1 с необходимой основной надписью открыть пространство Листа А1;
- открыть ленту СПДС и в ней в группе **Форматы, таблицы** окно **Форматы**. Из списка форматов по ГОСТ 2.301–68 ЕСКД выбрать из списка А1 и задать горизонтальное расположение;
- щелчком ЛКМ в нижнем левом углу скопировать выбранный формат;
- в этот момент в списке слоев появляется серый слой, запрещенный к печати, в котором выполнен видовой экран и слой черный для оформления рамки штампа и шрифтов (иногда появляется один слой);
- видовой экран имеет многоугольный контур, совпадающий с внутренней рамкой формата;
- один щелчок ЛКМ на контуре видового экрана позволяет изменить масштаб экрана, а следовательно, и чертежа в нем в строке состояний в режиме **Масштаб видовых экранов**;
- второй щелчок на контуре превращает его в сложный многоугольник, который можно редактировать с помощью «ручек», как сложный примитив, подрезая контуры видового экрана;
- формат вставлен как динамический блок: один щелчок ЛКМ на контуре формата превращает его в контур динамического блока со стрелками. С их помощью можно открыть списки и заменить размеры форматов и типы основных надписей (штампов);
- двойной щелчок ЛКМ внутри контура видового экрана открывает пространство **Модели** без выхода из пространства **Листа**. Указав режим **Показать все**, весь чертеж, выполненный в пространстве модели, появляется в границах видового экрана. Это дает возможность редактировать чертеж, не активируя закладку **Модель**;
- двойной щелчок ЛКМ за пределами контура видового экрана возвращает пользователя в пространство **Листа**. Все начерченное в этом пространстве не будет отображаться затем в пространстве **Модели**;
- видовой экран можно скопировать с помощью команды копирования.

Заполнение штампа выполняется автоматически:

- двойной щелчок ЛКМ на любой линии основной надписи активирует окно **Штамп**, в котором щелчок ЛКМ позволяет внести текст в соответствующие ячейки штампа. Текст будет выполнен по ГОСТ 2.304–81 без наклона;
- также активировать ячейку для ввода текста можно не входя в окно редактирования штампа, удерживая **Ctrl**+ЛКМ на контуре ячейки. Перемещение из ячейки в ячейку в этом случае возможно клавишами на клавиатуре **Вверх**, **вниз**, **влево**, **вправо**.

6. ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

В связи с тем, что в проектировании строительных сооружений основная часть чертежей выполняется в программах, разработанных на основе AutoCADa, чертежи, схемы и другие графические документы в таких отраслях, как техносферная безопасность, организация дорожного движения, геодезические и геологические изыскания и пр., также выполняются в программе AutoCAD.

В данном разделе рассмотрены примеры последовательного выполнения схемы конструкции абсорбера и архитектурно-строительного чертежа здания.

6.1. Использование абсорбционных аппаратов для защиты окружающей среды

Защита окружающей среды является составной частью концепции устойчивого развития человеческого общества. Для этого необходимо разрабатывать программы действий по предотвращению загрязнения окружающей среды, которые включают в том числе проектирование, установку и модернизацию экозащитного оборудования.

Одним из физико-химических методов обезвреживания газовых выбросов является абсорбция, которая заключается в поглощении отдельных компонентов газовой смеси абсорбентом (поглотителем), в качестве которого выступает жидкость. Поглощение газа может происходить либо за счет растворения в абсорбенте, либо в результате их химического взаимодействия. В первом случае процесс называется физической абсорбцией, а во втором – хемосорбцией.

Абсорбционную очистку выбросов в атмосферу применяют как для извлечения ценного компонента из газовой смеси, так и для санитарной очистки газа. Абсорбцию целесообразно применять, если концентрация извлекаемого компонента в газовом потоке составляет свыше 1%.

Абсорбируемые компоненты газовой смеси называют абсорбтивом, а неабсорбируемые – инертном. Абсорбентами служат индивидуальные жидкости или растворы активного компонента в жидком растворителе. При проведении абсорбции чаще всего в качестве абсорбентов применяют воду, органические растворители и водные растворы солей.

Скорость абсорбции как массообменного процесса зависит от площади поверхности контакта фаз. Для интенсификации процесса абсорбции необходимы аппараты с развитой поверхностью контакта между жидкой и газообразной фазами.

Насадочные аппараты представляют собой противоточные колонны круглого (реже прямоугольного) сечения, заполненные насадкой – твердыми телами различной формы, служащей для увеличения поверхности контакта соприкасающихся фаз.

Насадку на опорные решетки засыпают (в навал) либо укладывают равномерно слоями (регулярная насадка). Опорные решетки имеют отверстия или щели для прохождения газа и стока жидкости. Противоточное движение осуществляется при разнонаправленном введении фаз: газ поступает в нижнюю часть колонны и выходит сверху; жидкость подводится сверху, а выходит снизу.

Жидкость в верхней части аппарата распределяется струйчатыми или разбрызгивающими оросителями. К струйчатым относятся оросительные плиты, желоба, брызгалки, к разбрызгивающим – тарельчатые и вращающиеся центробежные. От способа подачи орошения существенно зависит брызгоунос, то есть унос жидкости газом, который возникает в результате воздействия газа на струи жидкости, вытекающей из оросителя. Особенно большой брызгоунос наблюдается при орошении разбрызгивающими оросителями и при установке струйных оросителей на большом расстоянии над насадкой.

В случае большой высоты насадки наблюдается пристеночный эффект, то есть растекание жидкости от центра к периферии. Поэтому часто насадку загружают в аппарат секциями высотой 4...5 диаметров аппарата (но не более 3...4 м). Между слоями насадки устанавливают перераспределительные устройства, которые направляют поток жидкости от периферии колонны к его оси. Перераспределительные устройства бывают конические, патрубковые и конические с патрубками.

Равномерность распределения газа по сечению абсорберов зависит от способа его ввода в аппарат. Для создания равномерного движения газового потока газ вводят под опорную решетку по оси аппарата через трубу. Расстояние между дном абсорбера и насадкой делают достаточно большим, равным 1...1,5 диаметра аппарата.

6.2. Пример выполнения графической работы №4 «Схема конструкции абсорбера»

В данном подразделе рассматривается алгоритм построения схемы конструкции абсорбера, представленный на рис. 88 – 133. Он включает в себя максимально возможное разнообразие операций AutoCADa. Предлагаем начать выполнение схемы с создания файла *Абсорбер.dwg* и сохранить его на диске D в своей папке. Далее рекомендуем придерживаться последовательности операций:

1. Создать слои с помощью команд **Формат** → **Слои...**

Слой 1 для линий видимого контура: *цвет* – синий, *тип линии* – сплошная (*continuous*), *вес линии* – 0.4.

Слой 2 для осевых линий: *цвет* – красный, *тип линии* – штрихпунктирная (ISO04W100), *вес линии* – 0.25.

Слой 3 для линий штриховки, нанесения текста и размеров: *цвет* – черный, *тип линии* – сплошная (*continuous*), *вес линии* – 0.25.

Вспом для вспомогательных линий, контура видовых экранов: *цвет* – коричневый, *тип линии* – сплошная (*continuous*), *вес линии* – 0.3, запрещенная к печати.

2. Выполнить схему корпуса абсорбера в масштабе 1:1 (см. рис. 133) с помощью следующих операций:

2.1. Провести ось корпуса штрихпунктирной линией (**Слой 2**) с помощью команды **Прямая** → **Вер** (в пространстве **Модели** эта линия отобразится

сплошной прямой из-за несоответствия размеров абсорбера и масштаба штрихпунктирной линии) (см. рис. 88).

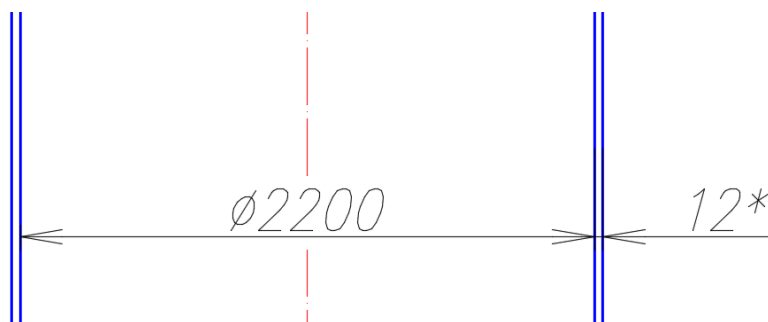


Рис. 88. Схема стенок абсорбера

2.2. Начертить стенки корпуса основной линией (*Слой 1*) с помощью команды **Прямая** → **Отступ**: от вертикальной линии – на расстояние 1100 мм в обе стороны.

2.3. Задать толщину стенок корпуса 33 мм с помощью команды **Прямая** → **Отступ**. (В действительности стенки абсорбера имеют толщину 12 мм. Это расстояние увеличивают, чтобы избежать слияния линий.)

3. Выполнить схему крышки абсорбера в соответствии с предложенным алгоритмом:

3.1. Вычертить место соединения крышки с корпусом в произвольном по высоте месте с помощью команды **Отрезок** (*Слой 1*) и привязки **Нормаль** для указания второй точки (см. рис. 89). Удалить лишние линии с помощью команды **Редактирование** → **Обрезать**.

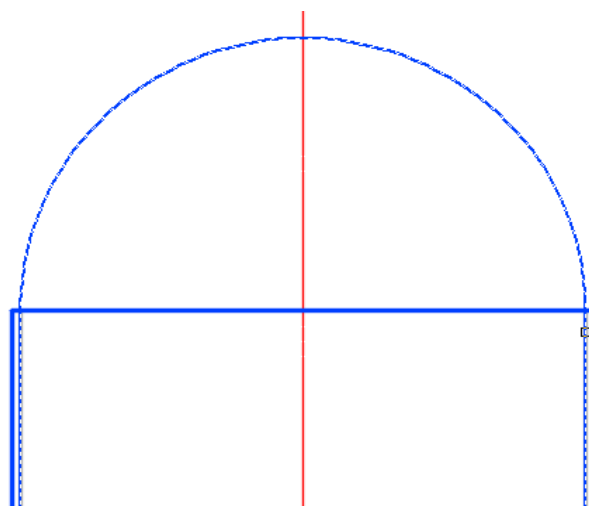


Рис. 89. Схема крышки абсорбера

3.2. Вычертить внутреннюю часть крышки с помощью команды **Редактирование** → **Сопряжение**. Радиус сопряжения можно не задавать, дуга сопряжения появится после щелчков ЛКМ на линиях стенок абсорбера. Аналогично выполнить внешнюю сторону крышки.

3.3. Выполнить крепление крышки с корпусом абсорбера по данным на рис. 90 размерам с помощью команд **Отрезок**, **Смещение**, **Сопряжение**, объектная привязка **Смещение**, полярное отслеживание 20° , **Удлинить**, **Обрезать**.

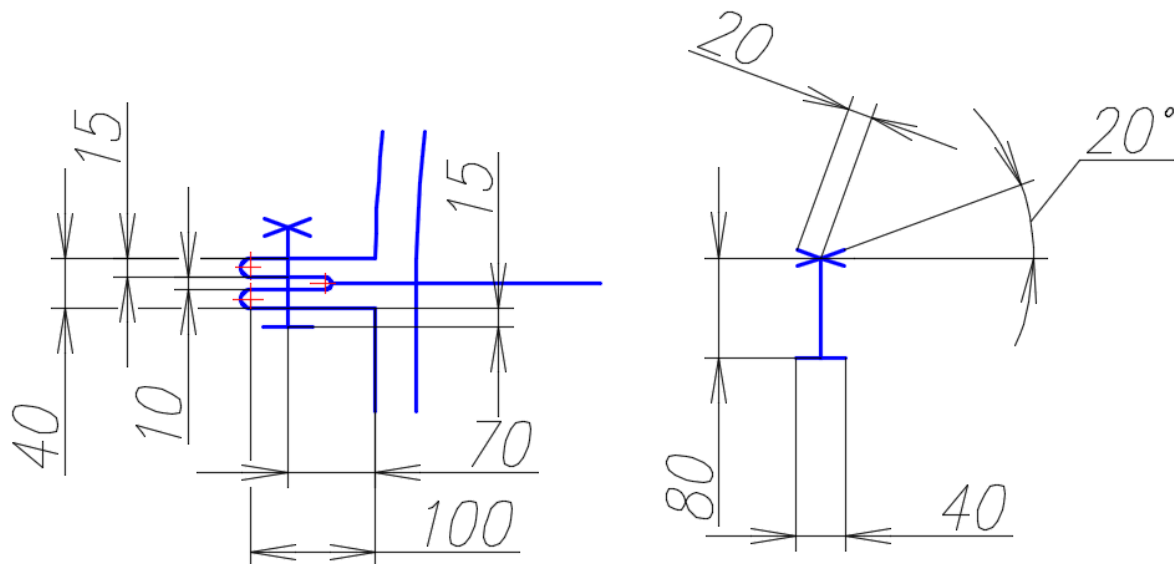


Рис. 90. Схема соединения фланцев крышки и корпуса

3.4. Скопировать крепление с помощью команды **Зеркальное отражение** (см. рис. 91).

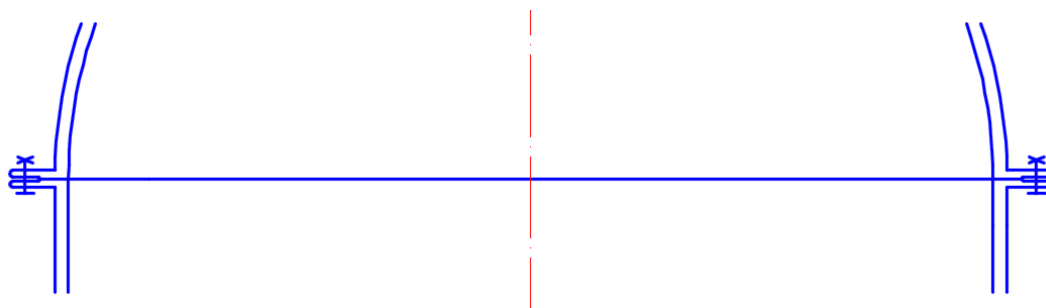


Рис. 91. Схема соединения крышки с корпусом абсорбера

3.5. Вычертить люк для выхода очищенного воздуха. Для этого провести две прямые (**Прямая** → **Отступ**) на расстоянии 270 мм от оси абсорбера. Обрезать лишние дуги и прямые. Дочертить крышку люка по заданным размерам. Выполнить местный разрез и штриховку (см. рис. 92).

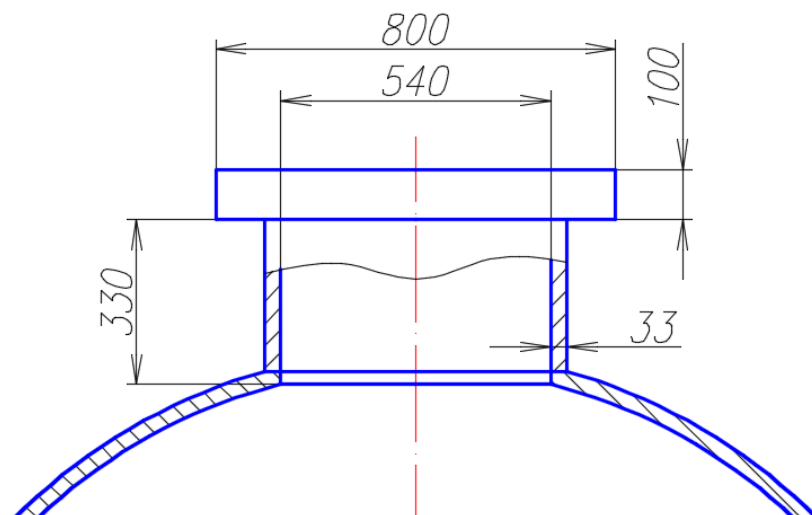


Рис. 92. Схема люка для выхода очищенного воздуха

3.6. Начертить линию обрыва на корпусе абсорбера с помощью команды **Сплайн**. Скопировать ее на расстояние 120 мм с помощью команды **Копировать**. Обрезать лишние линии (см. рис. 93).

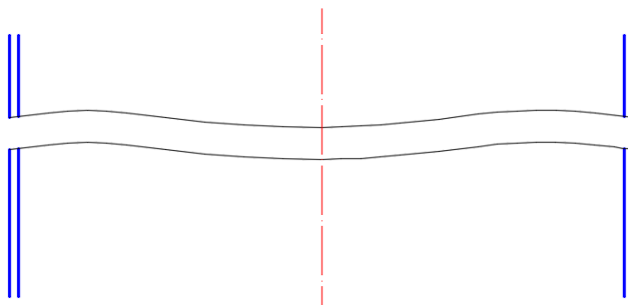


Рис. 93. Выполнение линий разрыва корпуса абсорбера

4. Выполнить опорную решетку с помощью следующих операций:

4.1. Начертить отрезок между внутренними стенками корпуса (команда **Отрезок**, привязка **Нормаль**) и скопировать его вниз на расстояние 100 и 115мм с помощью команды **Копировать** (включить режим **Орто**) (см. рис. 94).

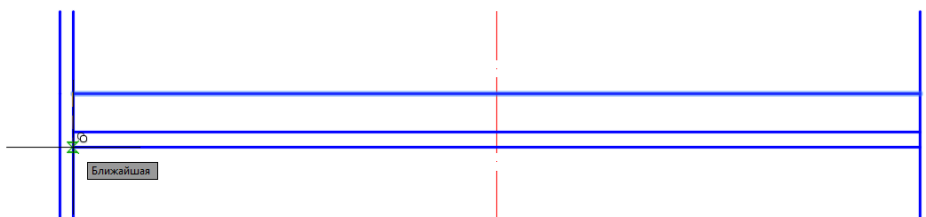


Рис. 94. Выполнение опорной решетки

4.2. Выполнить отверстия опорной решетки. Для этого вычертить вертикальный отрезок на расстоянии 25 мм от оси и скопировать его на расстояние 10 мм влево (см. рис. 95).

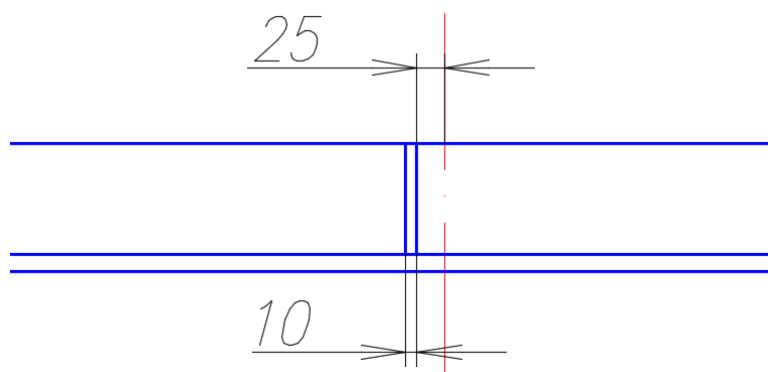


Рис. 95. Выполнение отверстия опорной решетки

4.3. Выделить вертикальные отрезки границы отверстия и скопировать их с помощью команды **Редактирование** → **Прямоугольный массив**. Последовательно выполнить действия: *Ассоциативность* – *Нет*, количество строк – 1, количество столбцов – 18, расстояние между столбцами – -60 (см. рис. 96).

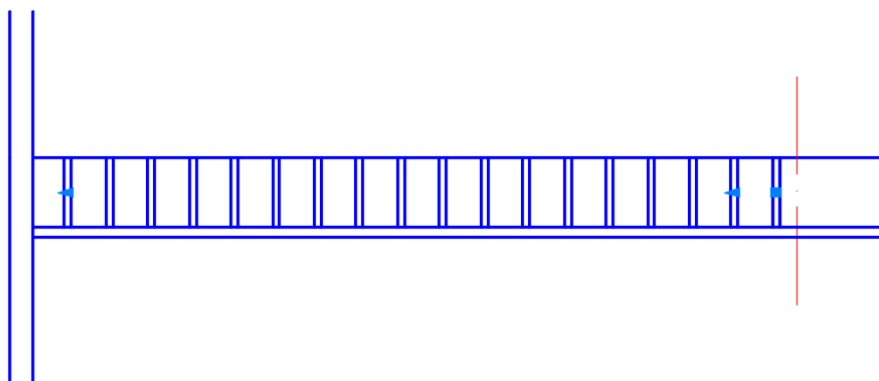


Рис. 96. Копирование отверстия опорной решетки

4.4. Выделить построенные геометрические объекты и скопировать их с помощью команды **Редактирование** → **Зеркальное отражение**. За ось отражения принять ось абсорбера.

5. Начертить перераспределительное устройство в соответствии с предложенным алгоритмом:

5.1. На расстоянии 400 мм от верхнего края распределительной решетки начертить горизонтальный отрезок. Вычертить горизонтальную и вертикальную прямые (**Прямая** → **Отступ**) по размерам, данным на рис. 97.

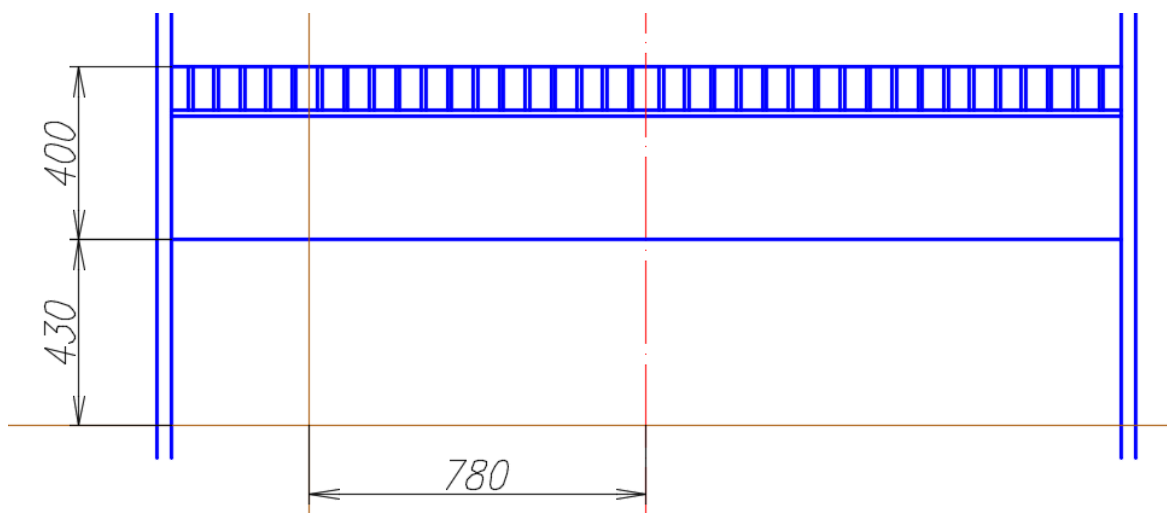


Рис. 97. Вспомогательные построения схемы перераспределительного устройства

5.2. Торовая поверхность под решеткой позволяет отводить воду от стен корпуса абсорбера. Для ее выполнения начертить дугу радиусом 450 мм: указать начальную точку *A* дуги с помощью команды *Дуга* (см. рис. 98); ПКМ выбрать опцию *Конец* и указать конечную точку дуги *B*; ПКМ выбрать опцию *Радиус* и указать величину радиуса 450.

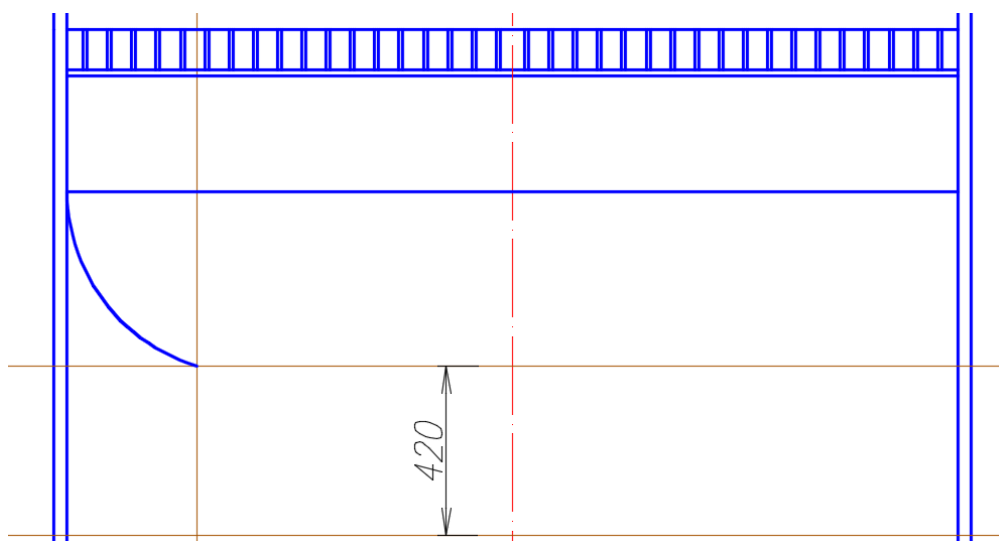


Рис. 98. Выполнение схемы перераспределительного устройства

5.3. На указанном расстоянии 420 мм вычертить еще одну вспомогательную линию. С помощью команды *Отрезок* обвести вертикальную стенку перераспределительного устройства.

5.4. Выполнить толщину стенки перераспределительного устройства: с помощью команды *Смещение* скопировать дугу и вертикальную стенку на расстояние 15 мм вправо (см. рис. 99).

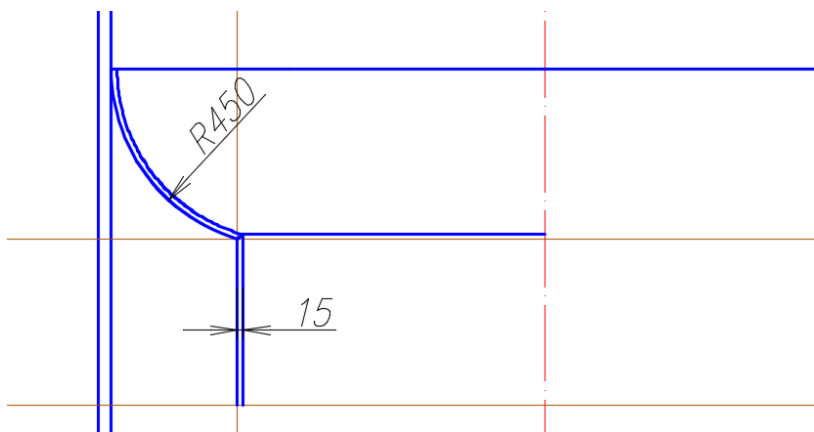


Рис. 99. Схема стенки перераспределительного устройства

5.5. Выполнить стакан оросителя по заданным размерам (см. рис. 100). Создать штриховку: стенки стакана – тип штриховки ANSI31, масштаб 3, угол 0.

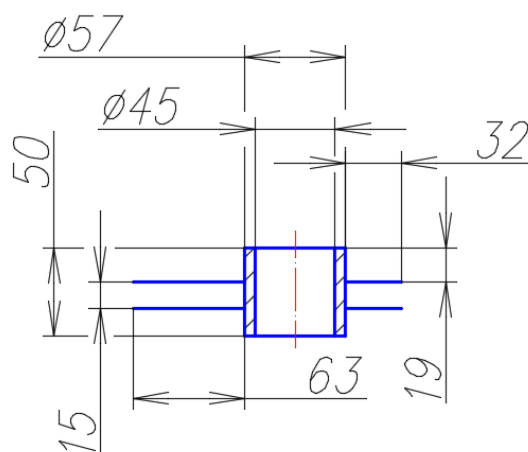


Рис. 100. Стакан оросителя

5.6. Скопировать стакан оросителя с помощью команды **Копировать**. Базовую точку указать, как показано на рис. 101 и переместить его с помощью объектной привязки **Смещение**. Указать расстояние смещения @0,-85.

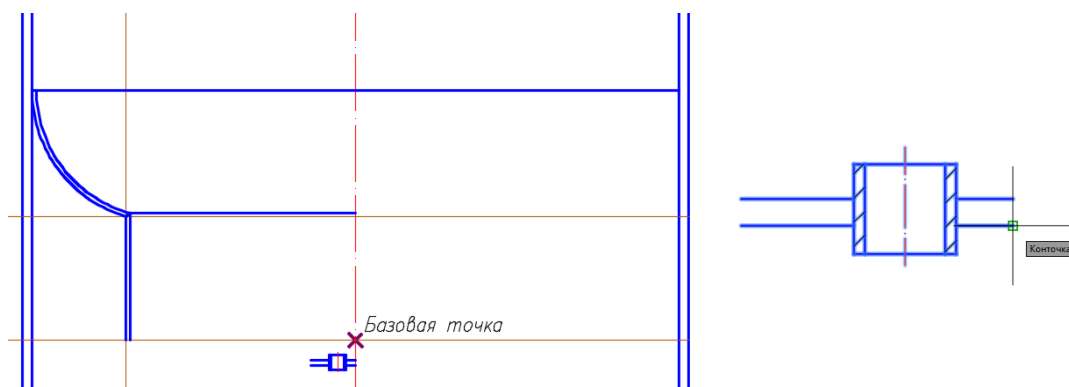


Рис. 101. Копирование стакана оросителя

5.7. Выделить объект и скопировать его с помощью команды **Прямоугольный массив**. Последовательно выполнить действия: *Ассоциативность – Нет*, количество строк – 1, количество столбцов – 6, расстояние между столбцами – -120 (см. рис. 102)

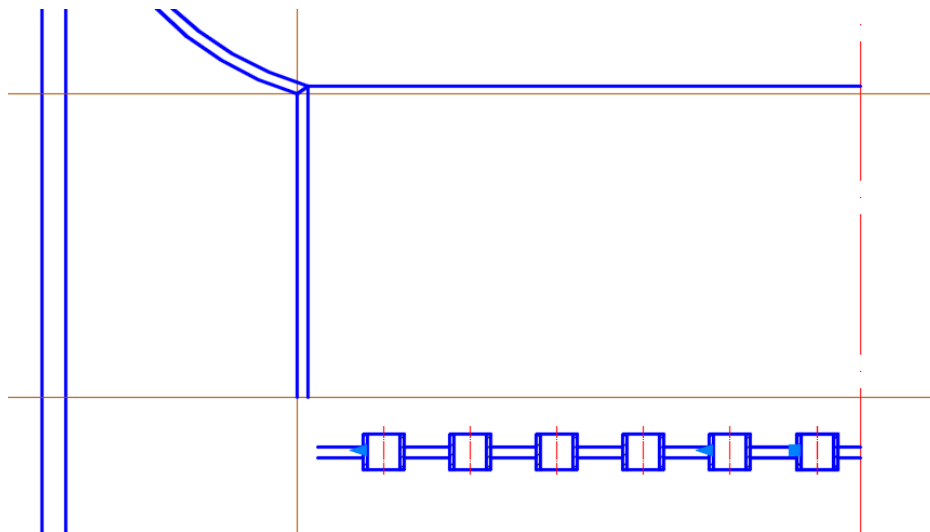


Рис. 102. Массив стакана оросителя

5.8. С помощью команды **Сопряжение** выполнить сопряжения заданных радиусов (см. рис. 103).

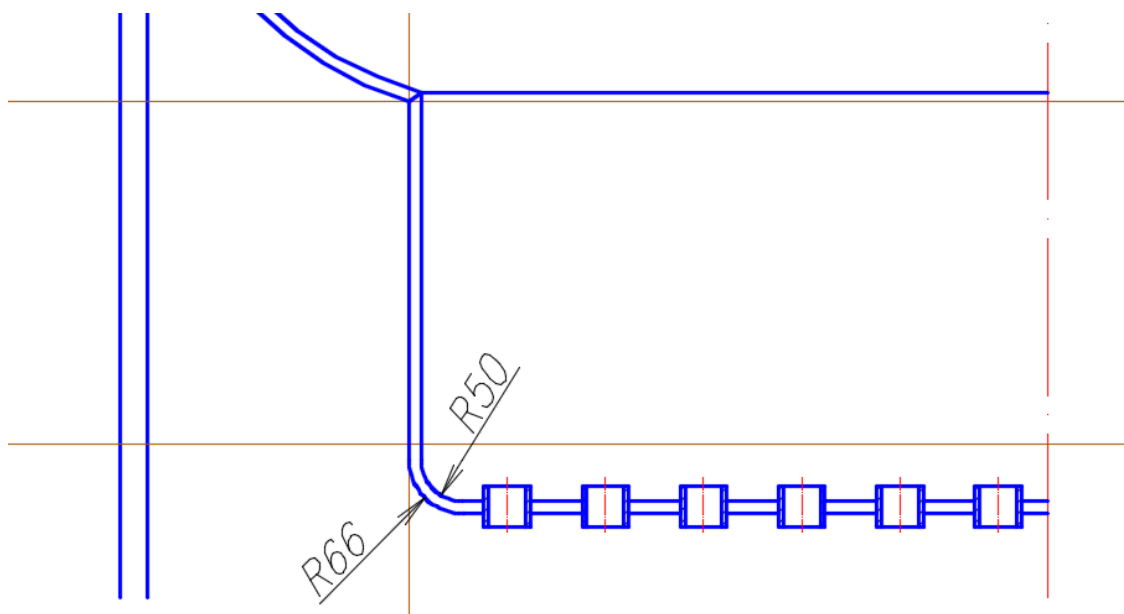


Рис. 103. Сопряжение дна оросителя

5.9. Обвести вспомогательные линии основной линией. Удалить вспомогательные. Скопировать объекты с помощью команды **Зеркальное отражение**, за ось симметрии приняв ось абсорбера. Нанести штриховку (см. рис.104).

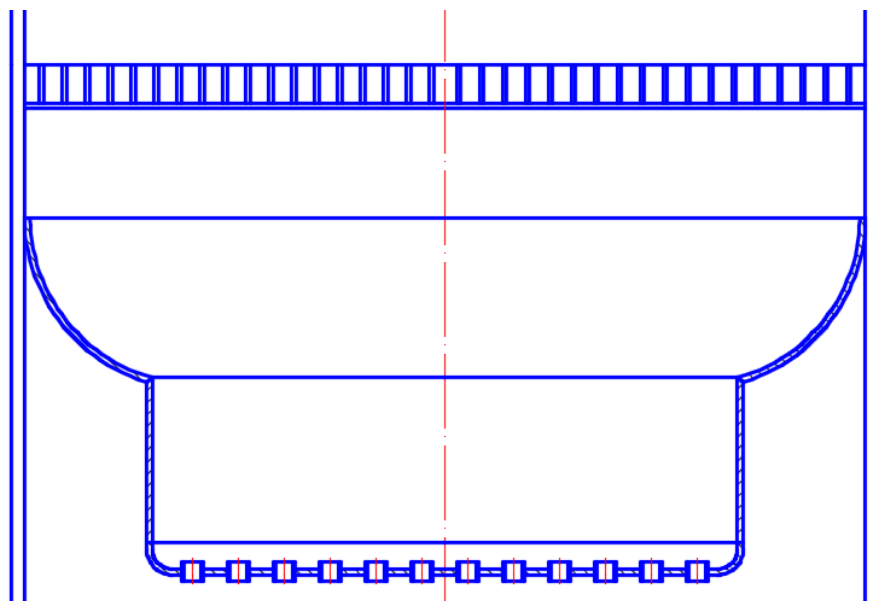


Рис. 104. Завершение дна оросителя

5.10. Начертить вспомогательную линию на указанном расстоянии (см. рис. 105).

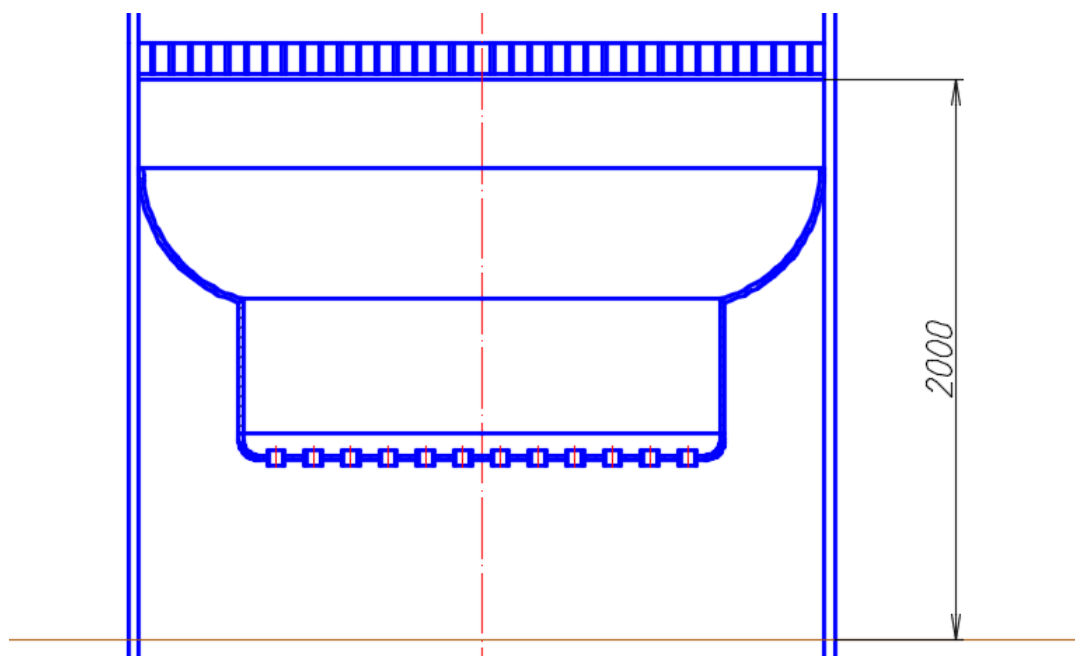


Рис. 105. Построение вспомогательных линий для элементов средней части абсорбера

5.11. На некотором расстоянии от вспомогательной линии провести линии обрыва с помощью команды **Сплайн** или скопировать построенные ранее с помощью команды **Копировать** (включить режим **Орто**) (см. рис. 106).

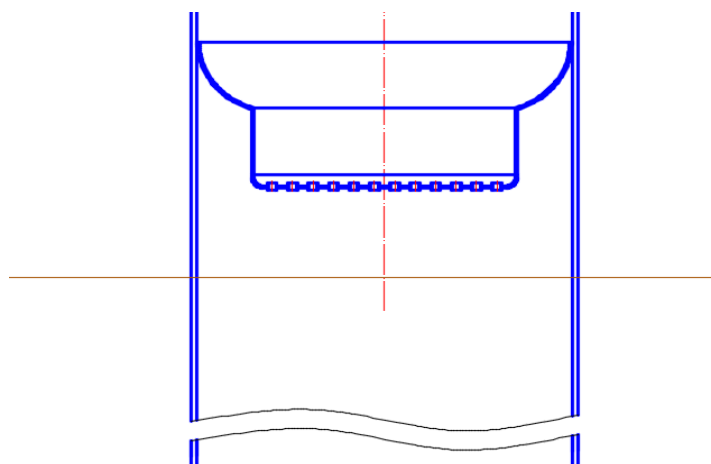


Рис. 106. Построение линий разрыва в средней части абсорбера

6. Начертить ороситель в соответствии с предложенным алгоритмом:

6.1. Для создания стакана оросителя в свободном месте чертежа вычертить прямоугольник со сторонами 57x50 мм. Разрушить прямоугольник с помощью команды **Расчлнить** (см. рис. 107).

6.2. Задать толщину стенок стакана оросителя с помощью команды **Смещение**. Указать расстояние смещения 6 мм: точку, определяющую сторону смещения, указать внутри прямоугольника.

6.3. Начертить элемент «Поддон оросителя»: горизонтальный отрезок длиной 63 мм с помощью команды **Отрезок** → объектная привязка **Смещение**. Базовую точку указать в нижнем правом углу прямоугольника. Величину смещения задать @0,16.

6.4. Толщину поддона оросителя задать копированием отрезка на расстояние 15 мм с помощью команды **Смещение**, указав точку, определяющую сторону смещения выше отрезка. Стенки стакана заштриховать (тип штриховки ANSI31, угол штриховки 0°, масштаб 4).

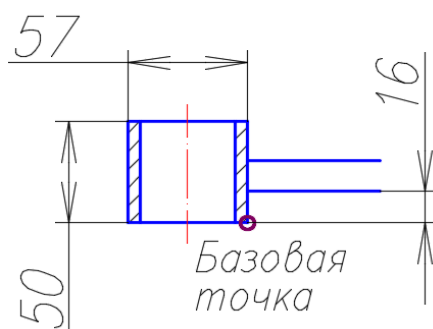


Рис. 107. Элементы оросителя

6.5. Нижнюю часть оросителя построить с помощью следующего алгоритма (см. рис. 108):

- выделить объект и размножить его с помощью команды **Прямоугольный массив**;
- отказаться от ассоциативности;
- количество строк – 1, количество столбцов – 4, расстояние между столбцами – 120 мм.

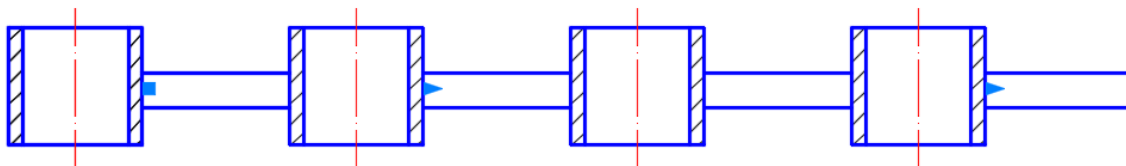


Рис. 108. Нижняя часть оросителя

6.6. Выполнить боковые части оросителя, для этого:

- выделить два горизонтальных отрезка справа от первого стакана и скопировать их с помощью команды **Зеркальное отражение** влево (ось отражения – ось стакана);
- удлинить отрезки до 155 мм;
- вычертить фартук с помощью команды **Прямоугольник** (см. рис. 109). Точку первого угла указать в конечной точке нижнего отрезка. Для точки второго угла ввести координаты @130, -45;

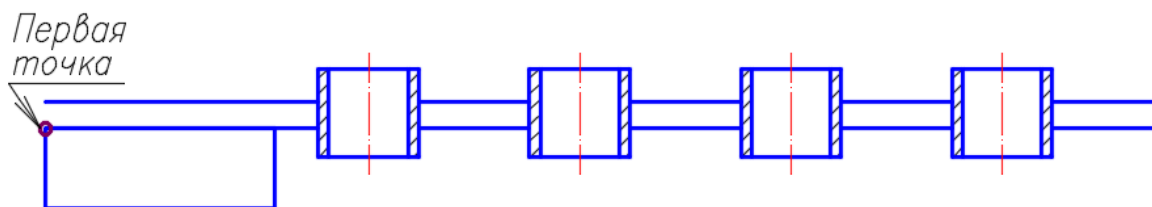


Рис. 109. Выполнение чертежа фартука оросителя

– прямоугольник разрушить с помощью команды **Расчленить**. Удалить верхнюю линию. Задать толщину стенок фартука 15 мм (см. рис. 110);

– провести осевую линию оросителя на указанном расстоянии с помощью команды **Прямая** → **Отступ**;

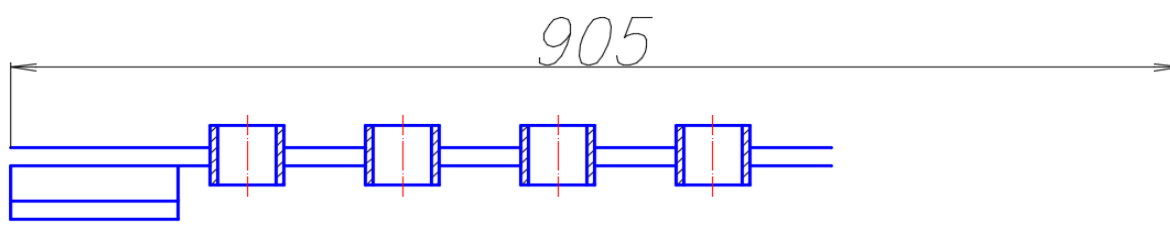


Рис. 110. Чертеж левой части оросителя

- дотянуть линии поддона оросителя до оси (см. рис. 111). Создать штриховку (ANSI31, Угол 90^0 , Масштаб 8);
- скопировать созданные объекты с помощью команды **Зеркальное отражение**;

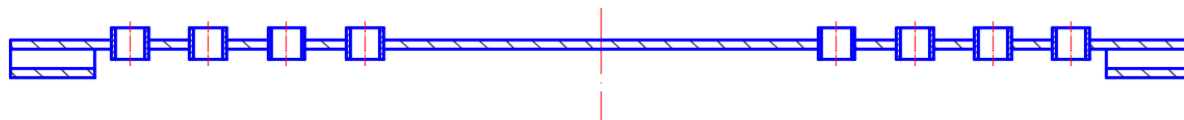


Рис. 111. Завершение дна оросителя

6.7. Выполнить верхнюю часть оросителя, для этого:

- на свободном месте чертежа создать прямоугольник со сторонами 400, 135 (см. рис. 112). Затем объект разрушить с помощью команды **Расчленить**. Задать толщину стенок 16 мм. Создать штриховку стенок (ANSI31, Угол 0^0 , Масштаб 8);

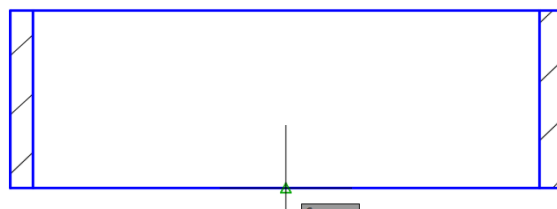


Рис. 112. Чертеж верхней части оросителя

- переместить объект с помощью команды **Переместить** (базовая точка – середина нижнего отрезка объекта). Далее использовать объектную привязку **Смещение** (см. рис. 113). Базовую точку для смещения указать на пересечении оси оросителя с его стенкой. Величина смещения @0,28;

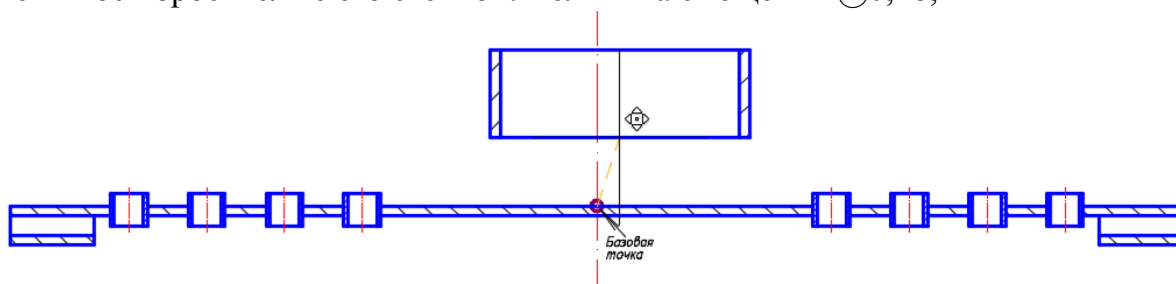


Рис. 113. Операция смещения элемента в верхнюю часть оросителя

6.8. Достроить верхнюю часть оросителя. Для этого:

- провести две параллельные прямые на расстоянии 85 мм от оси с помощью команды **Прямая** → **Отступ**. Задать толщину стенок 16 мм (см. рис. 114);
- обрезать лишнее, создать штриховку (ANSI31, Угол штриховки 0^0 , Масштаб 8);

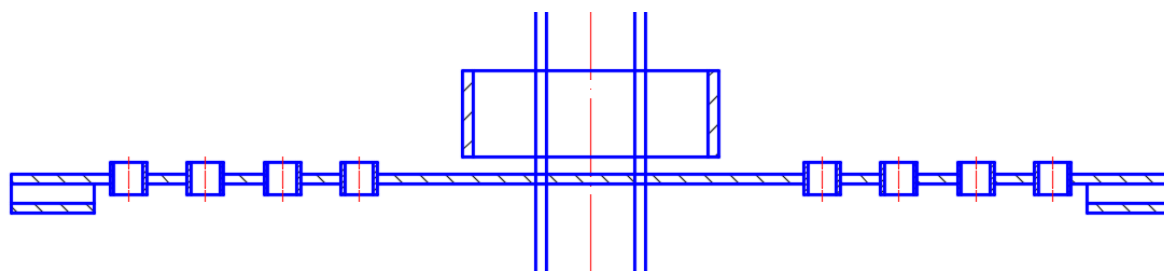


Рис. 114. Элементы верхней части оросителя

– достроить конструкцию оросителя по заданным размерам (см. рис. 115). Выделить объект и перенести его внутрь абсорбера с помощью команд **Переместить**, объектная привязка **Смещение**.

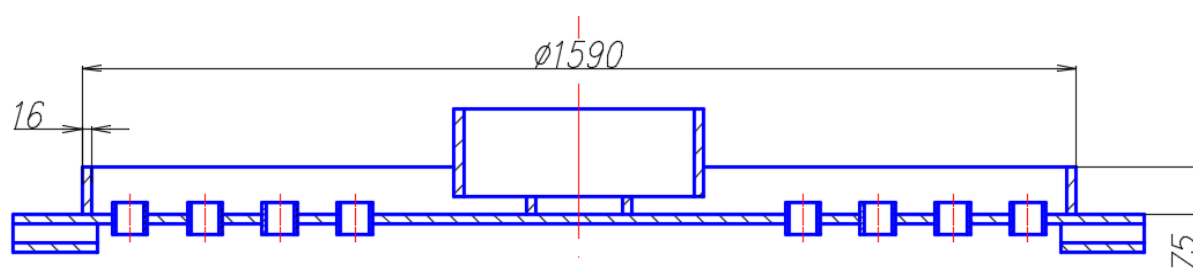


Рис. 115. Чертеж конструкции оросителя

7. Начертить патрубок для поступления воды в соответствии с предложенным алгоритмом (см. рис. 116):

7.1. Для выполнения нижнего контура патрубка задать два отрезка под углом 90^0 друг относительно друга [вертикальный – длиной не менее 200 мм, горизонтальный – 1500 мм (используя команду **Отрезок** и режим **Орто**)]. Выполнить сопряжение отрезков радиусом 12 мм.

7.2. Преобразовать отрезки и дугу в полилинию с помощью команды **Редактировать** → **Объект** → **Полилиния**. На запрос **Выберите объект** выбрать один из отрезков. Далее команда предлагает сделать выбранный объект полилинией ↵ **Enter**. Затем выбрать в командной строке параметр **Добавить** и указать оставшиеся объекты (отрезок, дугу) ↵ **Enter**.

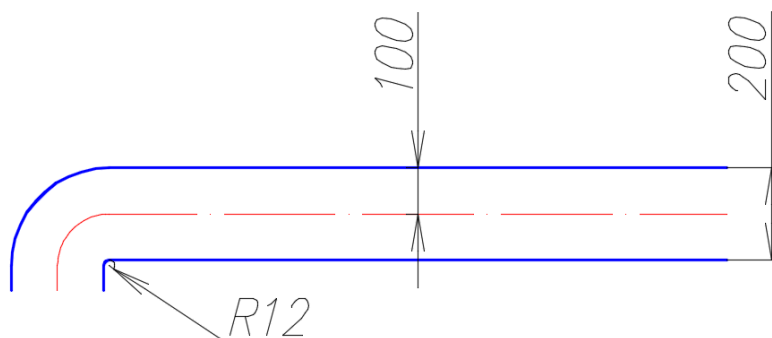


Рис. 116. Чертеж эскиза патрубка для поступления воды

7.3. Выполнить ось и верхний контур патрубка с помощью команды **Смещение**: выполнить смещение созданной линии на расстояние 100 мм, указав сторону смещения выше выбранной линии. Выбрать полученную линию и сместить ее на расстояние 100 мм выше.

7.4. Задать толщину стенок с помощью команды **Смещение**, скопировать крайние линии вовнутрь на расстояние 12 мм (см. рис. 117).

7.5. Для построения фланца и размещения патрубка в абсорбере провести вспомогательные линии на указанных расстояниях с помощью команды **Прямая** → **Отступ**. Удалить лишние линии с помощью команды **Обрезать**.

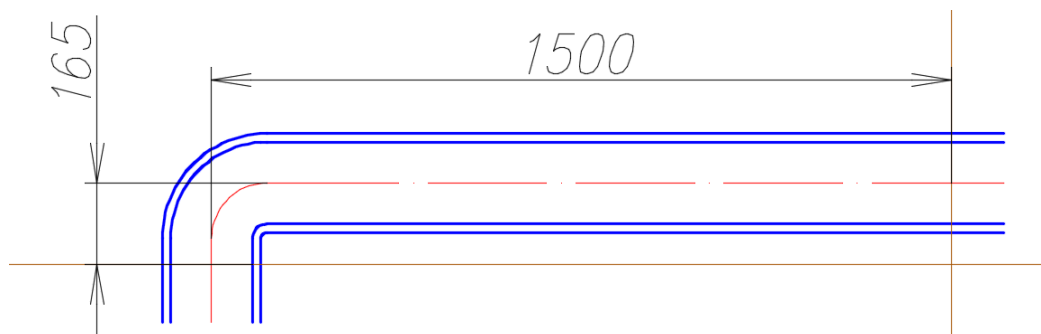


Рис. 117. Построение стенок патрубка для поступления воды

7.6. Выполнить фланец патрубка (см. рис. 118):

- вычертить прямоугольник со сторонами 50, 300;
- выполнить местный разрез и нанести штриховку (ANSI31, Угол штриховки 0^0 , Масштаб 8).

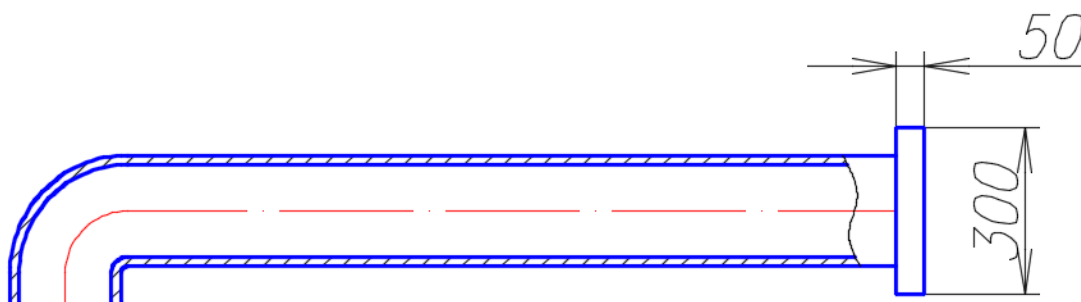


Рис. 118. Чертеж патрубка для поступления воды

7.7. Переместить патрубок для поступления воды в абсорбер с помощью команды **Переместить**.

8. Начертить патрубок для выхода загрязненного абсорбента в соответствии с предложенным алгоритмом:

8.1. В свободном месте чертежа с помощью команды **Отрезок** в режиме **Орто** провести два отрезка: вертикальный длиной 980 мм и горизонтальный – 1500 мм (см. рис. 119).



Рис. 119. Чертеж осей патрубка для выхода загрязненного абсорбента

8.2. Выполнить скругление отрезков с помощью команды **Сопряжение** (режим – *с обрезкой*, радиус сопряжения – 500 мм). Объединить отрезки и дугу в полилинию. **Редактировать** → **Объект** → **Полилиния**. На запрос команды **Выберите объект** указать один из отрезков. Далее выполнить команды аналогично подп. 7.2.

8.3. Выполнить внутренний и внешний контуры стенки патрубка для выхода загрязненного абсорбента (см. рис. 120):

– с помощью команды **Смещение** выполнить смещение созданной линии на расстояние 100 мм, указав стороны смещения выше и ниже выбранной линии;

– аналогично задать толщину стенок патрубка 16 мм с помощью команды **Смещение**.

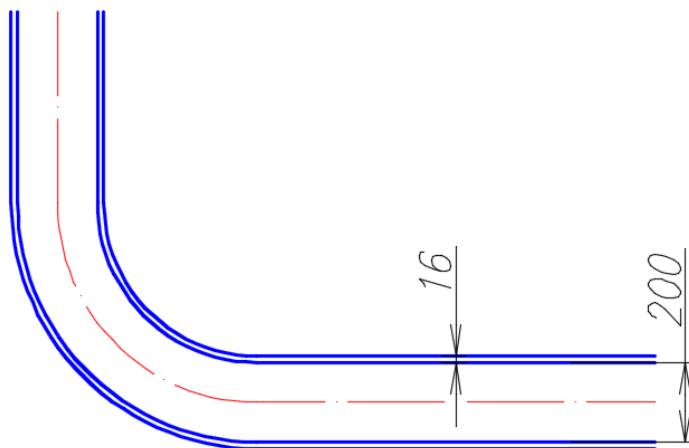


Рис. 120. Чертеж контуров стенок патрубка для выхода загрязненного абсорбента

8.4. Достроить патрубок по заданным размерам (см. рис. 121). Выполнить штриховку (ANSI31, угол – 90^0 , масштаб – 8). Переместить созданный объект на место в абсорбер.

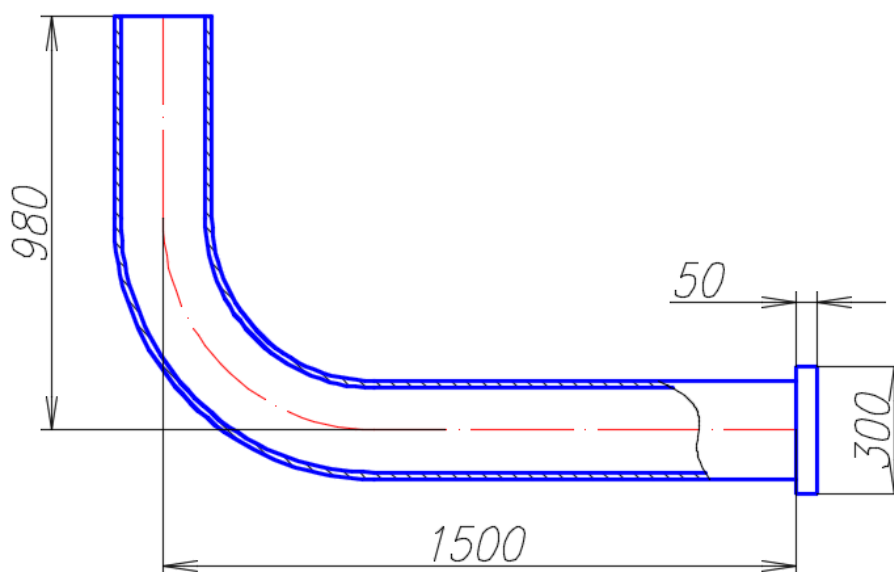


Рис. 121. Чертеж патрубка для выхода загрязненного абсорбента

9. Начертить трубу для подачи загрязненного воздуха (см. рис. 122):

9.1. Выполнить ось трубы горизонтальным отрезком (штрихпунктирная линия) длиной 900 мм.

9.2. Выполнить очерк трубы с помощью операций **Редактирование** → **Смещение** → 350 ↴.

9.3. Найти центр вспомогательных построений (ЦВП) с помощью операций **Рисование** → **Прямая** → **Вер** → **ЛКМ** на правом конце отрезков и **Рисование** → **Прямая** → **Отступ** → **ЛКМ** на ось трубы → 550 ↴ (см. рис. 122).

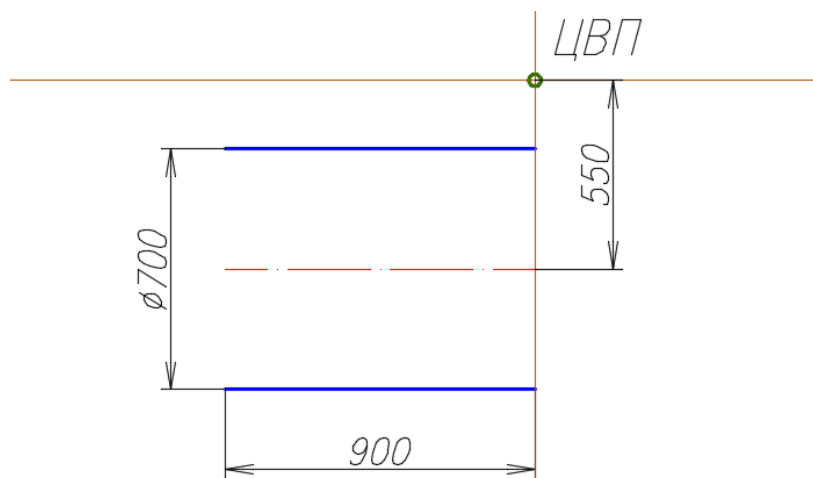


Рис. 122. Чертеж левой части трубы для подачи загрязненного воздуха

9.4. Труба для подачи загрязненного воздуха имеет сварное колено под углом 90^0 . Для выполнения колена можно выполнить четыре секции трубы:

– найти положение сварных швов *второй* и *третьей* секций с помощью операций **Рисование** → **Прямая** → **Биссект** → **ЛКМ** в **ЦВП** и **ЛКМ** на только что построенных вспомогательных линиях (**Слой Вспом**) (см. рис. 123);

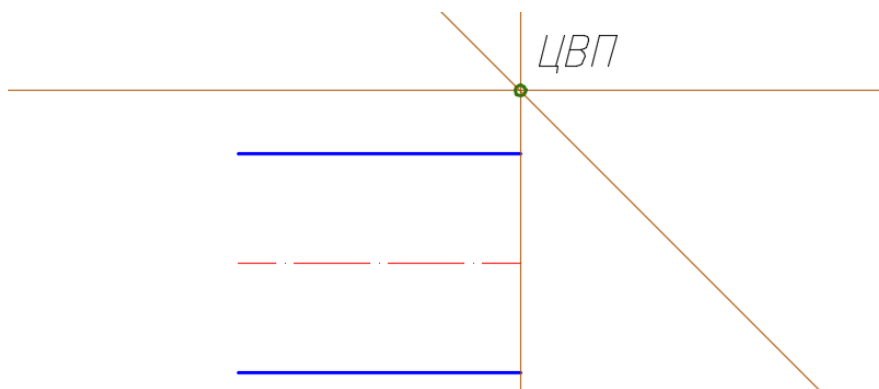


Рис. 123. Положение сварного шва между 2-й и 3-й секциями колена трубы

– построить положение сварного шва *первой* секции (**слой Вспом**): **Рисование** → **Прямая** → **ЛКМ** в **ЦВП** → @ 1000<265 ↵ (см. рис. 124);

– построить положение сварного шва *второй* секции: **Рисование** → **Прямая** → **Биссект** → **ЛКМ** на **ЦВП** и **ЛКМ** на двух только что построенных вспомогательных линиях (см. рис. 120). Обрезать лишние линии выше **ЦВП**;

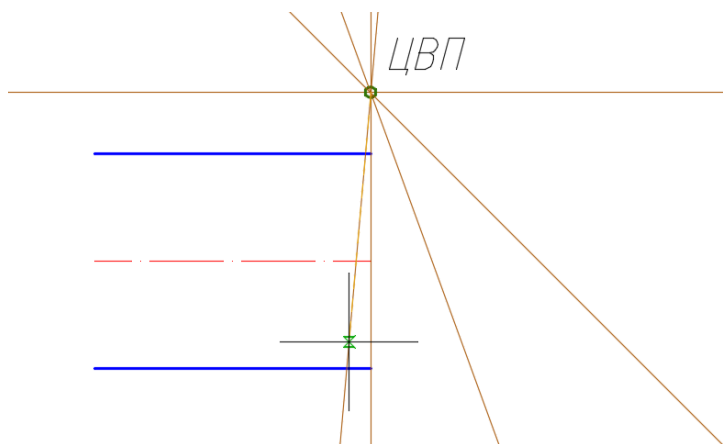


Рис. 124. Положение сварных швов 1-й секции колена трубы

– для выполнения контуров трубы построить вспомогательные окружности с помощью операций **Рисование** → **Круг** → указать центр круга **ЛКМ** в **ЦВП** → назначить радиус щелчком **ЛКМ** в точке пересечения первого сварного шва и нижнего контура трубы (см. рис. 125), остальные окружности строить аналогично;

– скопировать положение сварных швов для *третьей* и *четвертой* секций с помощью команд **Редактирование** → **Зеркальное отражение** → указать ось отражения *ЛКМ* на *ЦВП* и биссектрисе *1*;

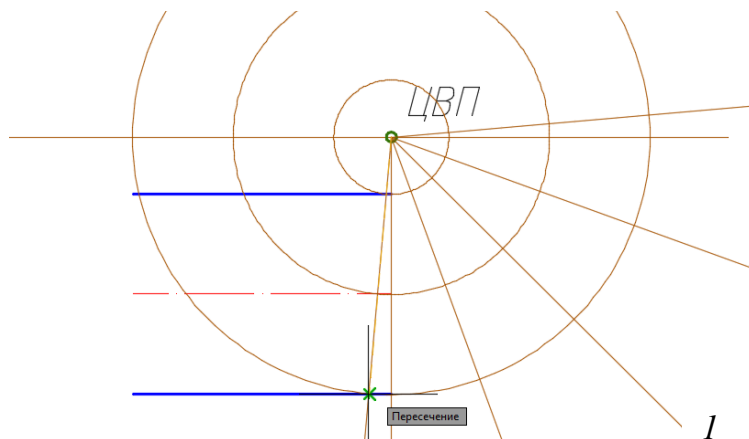


Рис. 125. Построение очерков в области колена трубы и 3-й и 4-й секциями

– удалить лишние части окружностей с помощью операций **Редактирование** → **Обрезать** → границы обрезки *ЛКМ* на два крайние сварные шва (см. рис. 126);

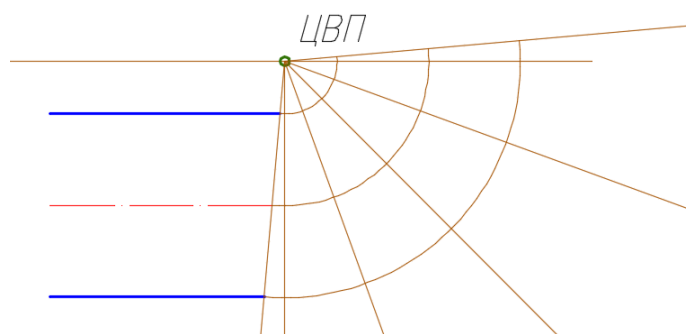


Рис. 126. Обрезка лишних частей вспомогательных окружностей

– построить хорды вспомогательных окружностей и обвести линии сварных швов, как показано на рисунке (в слое *1*) (см. рис. 127);

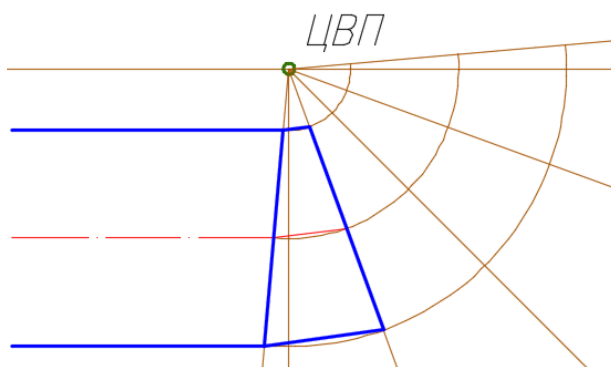


Рис. 127. Обводка секций колена трубы

– выделить хорды, сварной шов первой и второй секций трубы и скопировать их с помощью операций **Редактирование** → **Круговой массив** → задать параметры массива: центральная точка массива *ЛКМ* на *ЦВП*, **Ассоциативный** → **Нет**, **Объекты** → 4, **Угол заполнения** – 75 (см. рис. 128);

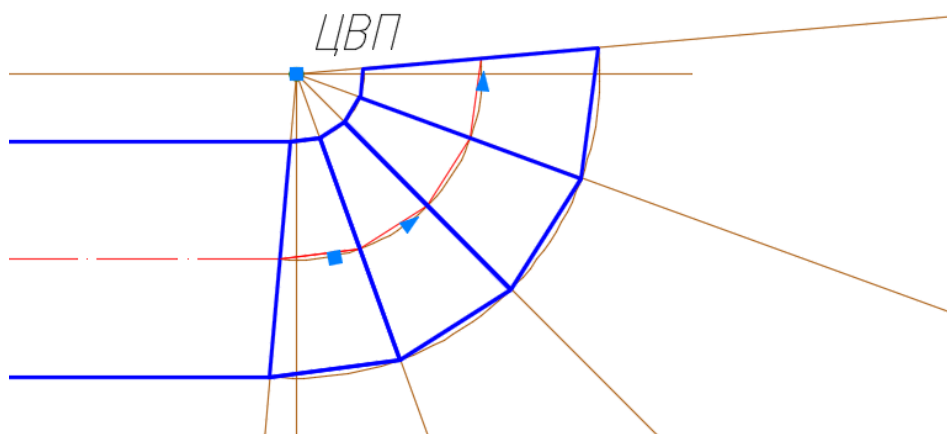


Рис. 128. Выполнение контуров секций колена трубы для подачи загрязненного воздуха

– преобразовать каждый очерк трубы в полилинию с помощью операций **Редактирование** → **Объект** → **Полилиния** → выбрать *ЛКМ* крайний отрезок очерка трубы ↵ **Добавить** → *ЛКМ* остальные отрезки ↵;

– задать толщину стенок трубы 16 мм с помощью команды **Смещение** (см. рис. 129);

– удалить вспомогательные линии и достроить трубу по заданным размерам. Выполнить штриховку.

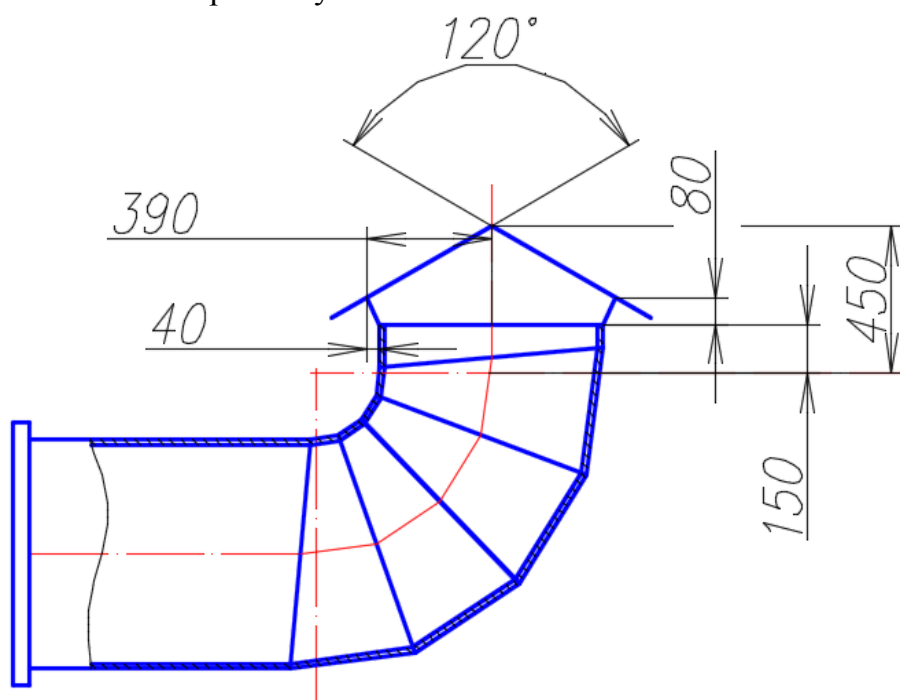
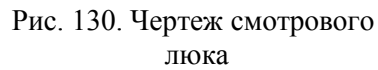
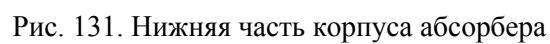


Рис. 129. Чертеж трубы для подачи загрязненного воздуха

10.1. В свободном месте чертежа выполнить чертеж смотрового люка по размерам, заданным на рис. 130.



10.3. С помощью команд *Копировать*, *Переместить*, *Поворот*, объектная привязка *Смещение* разместить объект на корпусе абсорбера согласно исходному чертежу (см. рис. 131).



11. Достроить нижнюю часть абсорбера по размерам, заданным на рис. 131.

12. Проставить размеры согласно схеме абсорбера, данного на рис. 132. При нехватке размеров элементов абсорбера и их расположения принять размеры самостоятельно, придерживаясь пропорций, данных на схеме. Для более точного подбора размеров и пропорций элементов абсорбера можно использовать сетку, данную на рис. 132. Параметры размеров, подходящие для компоновки чертежа в видовых экранах на *Листе* формата А3 вертикального расположения: величина стрелок – 3, высота текста – 4, коэффициент масштабирования – 30.

13. Скомпоновать чертеж абсорбера на листе формата А3 вертикального расположения (см. подр. 5). Для этого создать *Лист*, воспользовавшись алгоритмом построения, данным в подразделе 5 данного пособия. Масштаб видового экрана подобрать самостоятельно (см. рис. 133).

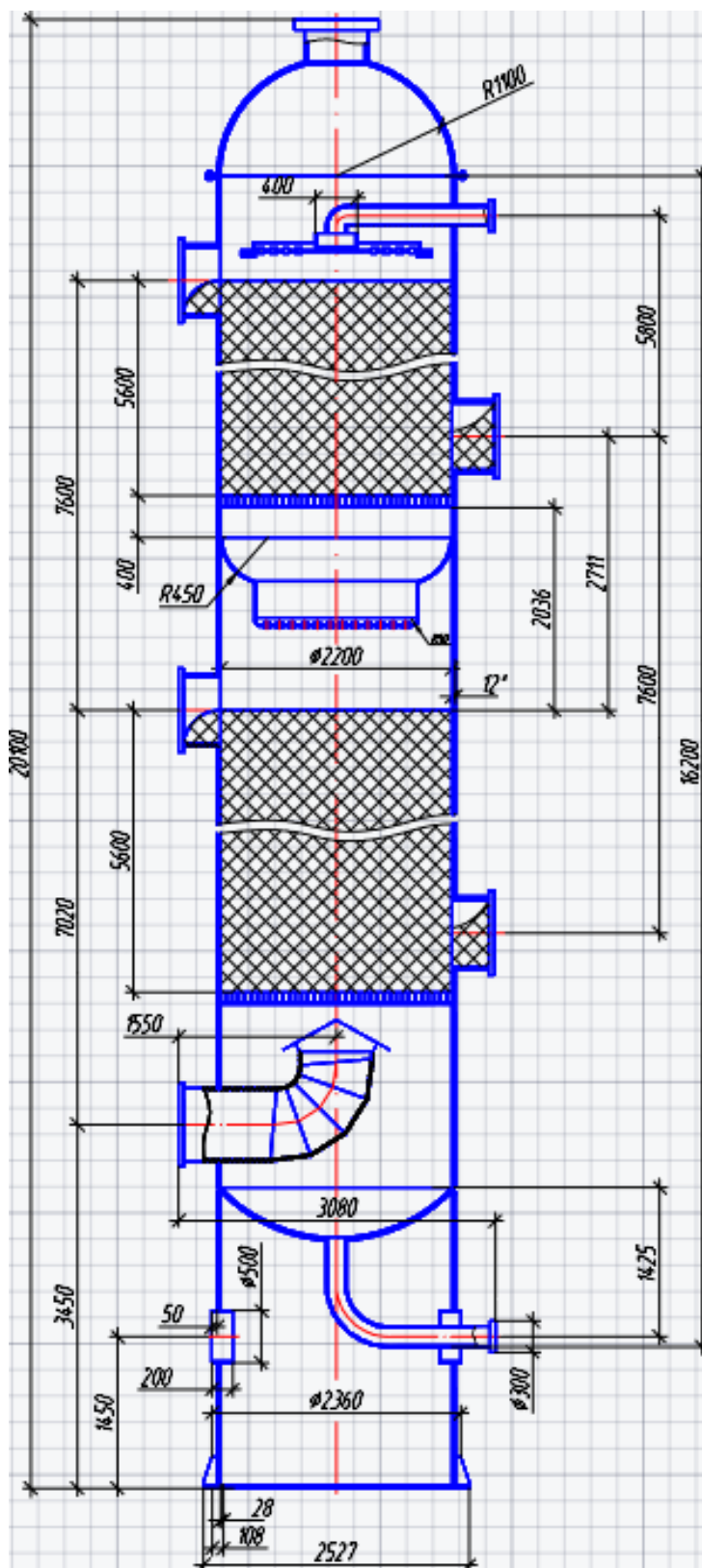


Рис. 132. Чертеж абсорбера

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, изучены основы компьютерной графики. Курсовые и дипломные проекты можно выполнять на компьютере.

Следует учесть, что программа AutoCAD, как и nanoCAD, требует создания слоев, стилей шрифтов, размеров, шаблонов для оформления листа (для AutoCAD) и вывода на печать в соответствии с ГОСТами ЕСКД и СПДС. Однажды созданные стили, блоки, шаблоны и пр. можно переносить из файла в файл с помощью Центра управления, поэтому разрабатывать и именовать их нужно аккуратно с первого же чертежа.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Как создать собственный интерфейс для работы в 2D-пространстве программы?
2. Какие функции выполняют левая и правая кнопки мыши при работе в программе AutoCAD или nanoCAD?
3. Какие команды позволяют изменять положение и величину изображения на экране?
4. Перечислить способы выбора объектов для редактирования.
5. Перечислить способы ввода команд в программе.
6. Чем различаются глобальные и временные объектные привязки и как их выбрать?
7. Что относится к простым и сложным примитивам? На примере полилинии выполнить чертеж стрелки.
8. Как выполнить штриховку замкнутого и разомкнутого контуров? На примере штриховки PLAST выполнить условное изображение поверхности грунта в разрезе.
9. Как создать новый размерный стиль?
10. Перечислить возможные способы редактирования геометрических объектов. На примере чертежа окружности изменить радиус с помощью окна **Свойства**.
11. Что такое блок? Создать статический и динамический блоки на примере чертежа оконного проема здания.
12. Как создать новый **Лист** для компоновки в разных масштабах геометрических объектов, выполненных в пространстве **Модели**?

Список рекомендуемой литературы

1. Полещук, Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н.Н. Полещук. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.
2. Компьютерная графика в САПР / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 196 с. – URL: <http://e.lanbook.com/book/90060> (дата обращения: 10.02.2017).
3. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика : учебное пособие [для строительных специальностей и направлений] / М.И. Воронцова, Э.М. Кобац, О.А. Мусиенко [и др.]. – Омск : СибАДИ, 2016. – 251 с. – URL: <http://bek.sibadi.org/MegoPro> (дата обращения: 20.05.2017).
4. Геометрическое компьютерное моделирование : учебно-методическое пособие / О.А. Мусиенко, О.М. Третьяк, И.И. Ширлина. – Омск : СибАДИ, 2016. – URL: <http://bek.sibadi.org/MegoPro> (дата обращения: 20.05.2023).
5. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие для бакалавров / А.Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина [и др.]. – Москва : Юрайт, 2014.
6. Георгиевский, О.В. Строительное черчение : учебник / О.В. Георгиевский. – Москва : Архитектура-С, 2015. – 400 с.
7. ГОСТ 2.301–68. ЕСКД. Форматы (с изменениями) : межгосударственный стандарт : дата введения 1967-10-12 / ИС «Техэксперт»/ АО «Кодекс». – официальное изд. – Москва : Стандартинформ, 2006. – Дата обновления: 18.10.2023.
8. ГОСТ 2.303–68. ЕСКД. Линии (с изменениями) : межгосударственный стандарт : дата введения 1967-10-12 / ИС «Техэксперт»/ АО «Кодекс». – официальное изд. – Москва : Стандартинформ, 2006. – Дата обновления: 18.10.2023.
9. ГОСТ 2.305–2008. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения : межгосударственный стандарт : дата введения 2008-25-12 / ИС «Техэксперт»/ АО «Кодекс». – официальное изд. – Москва : Стандартинформ, 2009. – Дата обновления: 18.10.2023.
10. ГОСТ 2.306–68. ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах (с изменениями) : межгосударственный стандарт : дата введения 1971-01-01 / ИС «Техэксперт»/ АО «Кодекс». – официальное изд. – Москва : Стандартинформ, 2006. – Дата обновления: 18.10.2023.
11. ГОСТ 2.307–2011. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений : межгосударственный стандарт : дата введения 1012-01-01 / ИС «Техэксперт»/ АО «Кодекс». – официальное изд. – Москва : Стандартинформ, 2012. – Дата обновления: 18.10.2023.