

**З.О. Третьякова
М.В. Воронина
В.А. Меркулова**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ AUTOCAD**

*Учебное пособие для самостоятельной работы
студентов всех специальностей и направлений подготовки*



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

ISBN
УДК 004.921
ББК 30в6

З.О. Третьякова, М.В. Воронина, В.А. Меркулова. Компьютерная графика. Система автоматизированного проектирования AutoCAD. – СПб.: ООО «Политехника-принт», 2019.-127 с.

Учебное пособие рекомендовано студентам высших учебных заведений всех направлений подготовки, специальностей и форм обучения при изучении курса «Компьютерная графика».

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

В пособии изложены основные принципы работы в 2D и 3D – пространстве графической системы AutoCAD. Описываются средства настройки рабочей среды программы и создания моделей деталей. Для закрепления материала приведены практические примеры, задания и контрольные вопросы для самопроверки.

Рецензенты:

коллектив кафедры «Инженерная и машинная геометрия и графика» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ», под руководством кандидата технических наук, профессора, заведующего кафедрой **Д.Е. Тихонова-Бугрова**

доктор технических наук, профессор кафедры «МТ-8» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, **Л.В. Федорова**

УДК 004.921
ББК 30в6

ISBN

З.О. Третьякова,
М.В. Воронина,
В.А. Меркулова, 2019
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	7
1.1. Стартовая страница	7
2. ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ AUTOCAD	8
3. АДАПТАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА AUTOCAD ПОД КОНКРЕТНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.....	11
4. НАСТРОЙКИ ИНТЕРФЕЙСА В AutoCAD	14
4.1. Настройка ленты	14
4.2. Строка состояния	15
4.3. Настройка параметров чертежа	19
Рис. 41. Управление пользовательскими параметрами чертежа.....	21
Рис. 42. Управление параметрами экрана.....	22
4.4. Настройка командной строки	23
4.5. Элементы интерфейса кнопок команд	25
5. СОЗДАНИЕ ДВУХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ AUTOCAD	26
5.1. Создание слоев	26
5.2. Создание примитивов	29
5.3. Редактирование примитивов.....	33
5.4. Текстовый редактор	37
5.5. Создание таблиц	40
5.6. Нанесение размеров	41
5.7. Измерение площадей	44
5.8. Создание блоков	49
5.9. Создание параметрических чертежей	50
6. ВЫВОД ЧЕРТЕЖА НА ПЕЧАТЬ	52
6.1. Вывод чертежа на печать из пространства Модели	53
6.2. Вывод чертежа на печать из пространства Листа.....	54
6.3. Таблицы стилей печати	56
6.4. Создание шаблона	58
7. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	59
7.1. Пространство 3D-моделирование.....	59
7.2. Видовые экраны	67
7.3. Создание 3D-примитивов.....	71
7.4. Динамическое создание поверхностей	74
8. РЕДАКТИРОВАНИЕ 3D-ТЕЛ	78
8.1. Инструменты 3D-Гизмо.....	78
8.2. Редактирование тела	80
8.3. Редактирование граней	81
8.4. Редактирование ребер.....	85
8.5. Дополнительные команды редактирования 3D-тел	87
8.6. Выполнение разрезов 3D-тел.....	88
8.7. Выполнение сопряжений и фасок 3D-тел	90
9. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 3D-ТЕЛ	91

10. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ 3D–МОДЕЛИ ДЕТАЛИ, ЕЕ ВИДОВ, РАЗРЕЗОВ, АКСОНОМЕТРИИ.....	95
10.1. Построение 3D-модели детали	95
10.2. Построение чертежей видов, разрезов и аксонометрии детали	106
Контрольные вопросы.....	116
Приложение 1	117
Приложение 2	122
Список литературы.....	127

ВВЕДЕНИЕ

Первые версии системы AutoCAD, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в 1982 году, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя. Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм (в первую очередь, Microsoft), сделали AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения.

Первые версии AutoCAD содержали, в основном, инструменты для простого двухмерного рисования, которые постепенно дополнялись и развивались. В результате система стала очень удобным «электронным кульманом». В настоящее время система позволяет выполнять достаточно сложные трехмерные построения и отображать их на разных видовых экранах с различных точек зрения. Механизм пространства листа и видовых экранов дает возможность разрабатывать чертежи с видами и проекциями трехмерных объектов, построенных в пространстве модели. В системе AutoCAD по одной модели можно получить несколько листов чертежного документа.

AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Программа выпускается на 18 языках. Уровень локализации варьирует от полной адаптации до перевода только справочной документации. Существуют студенческие версии AutoCAD, предназначенные исключительно для использования студентами и преподавателями в образовательных целях, доступные для бесплатной загрузки с сайта образовательного сообщества Autodesk. Функционально студенческая версия AutoCAD ничем не отличается от полной, за одним исключением: DWG-файлы, созданные или отредактированные в ней, имеют специальную пометку (так называемый *educational flag*), которая будет размещена на всех видах, при печати файла (вне зависимости от того, из какой версии — студенческой или профессиональной — выполняется печать).

В настоящее время существуют следующие специализированные приложения на основе AutoCAD:

➤ *AutoCAD Architecture* — версия, ориентированная на архитекторов и содержащая специальные дополнительные инструменты для архитектурного проектирования и черчения, а также средства выпуска строительной документации.

➤ *AutoCAD Electrical* разработан для проектировщиков электрических систем управления и отличается высоким уровнем автоматизации стандартных задач и наличием обширных библиотек условных обозначений.

➤ *AutoCAD Civil 3D* — решение для проектирования объектов инфраструктуры, предназначенное для землеустроителей, проектировщиков генплана и проектировщиков линейных сооружений. Помимо основных возможностей, AutoCAD Civil 3D может выполнять такие виды работ, как геопространственный анализ для выбора подходящей стройплощадки, анализ

ливневых стоков для обеспечения соблюдения экологических норм, составление сметы и динамический расчёт объёмов земляных работ.

➤ *AutoCAD MEP* ориентирован на проектирование инженерных систем объектов гражданского строительства: систем сантехники и канализации, отопления и вентиляции, электрики и пожарной безопасности. Реализовано построение трёхмерной параметрической модели, получение чертежей и спецификаций на её основе.

➤ *AutoCAD Map 3D* создан для специалистов, выполняющих проекты в сфере транспортного строительства, энергоснабжения, земле- и водопользования и позволяет создавать, обрабатывать и анализировать проектную и ГИС-информацию.

➤ *AutoCAD Raster Design* — программа векторизации изображений, поддерживающая оптическое распознавание символов (OCR).

➤ *AutoCAD Structural Detailing* — средство для проектирования и расчёта стальных и железобетонных конструкций, поддерживающее технологию информационного моделирования зданий. Базовыми объектами являются балки, колонны, пластины и арматурные стержни и др.

➤ *AutoCAD EcsCAD* позволяет инженерам-электрикам создавать схемы электротехнического оборудования с помощью сценариев и библиотек условных обозначений.

➤ *AutoCAD Mechanical* предназначен для проектирования в машиностроении и отличается наличием библиотек стандартных компонентов (более 700 тысяч элементов), генераторов компонентов и расчётных модулей, средств автоматизации задач проектирования и составления документации, возможностью совместной работы.

➤ *AutoCAD P&ID* — это программа для создания и редактирования схем трубопроводов и КИП, а также для управления ими.

➤ *AutoCAD Plant 3D* — инструмент для проектирования технологических объектов. В *AutoCAD Plant 3D* интегрирован *AutoCAD P&ID*.

В данном учебном пособии представлены общие сведения об *AutoCAD*, порядок настройки интерфейса системы под конкретного пользователя и реализуемый проект, перечень контрольных вопросов по разделам пособия для самоподготовки и усвоения материала. Для закрепления на практике полученных знаний приведен пример пошагового построения 3D-моделей деталей.

Актуальность использования учебного пособия заключается в оптимальном сочетании теоретического материала и возможности практического изучения материала самостоятельно. Количество и порядок рассматриваемых и контрольных вопросов сформированы таким образом, чтобы студент мог в предельно краткие временные сроки получить базовые знания и навыки работы в системе автоматизированного проектирования *AutoCAD*.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Стартовая страница

Стартовая страница остается всегда открытой по умолчанию (рис. 1). За ее отображение отвечает переменная STARTMOD (0 - не отображается, 1 - отображается). В дальнейшем, для перехода на стартовую страницу, достаточно нажать горячие клавиши Ctrl+Home или ввести команду GOTOSTART.

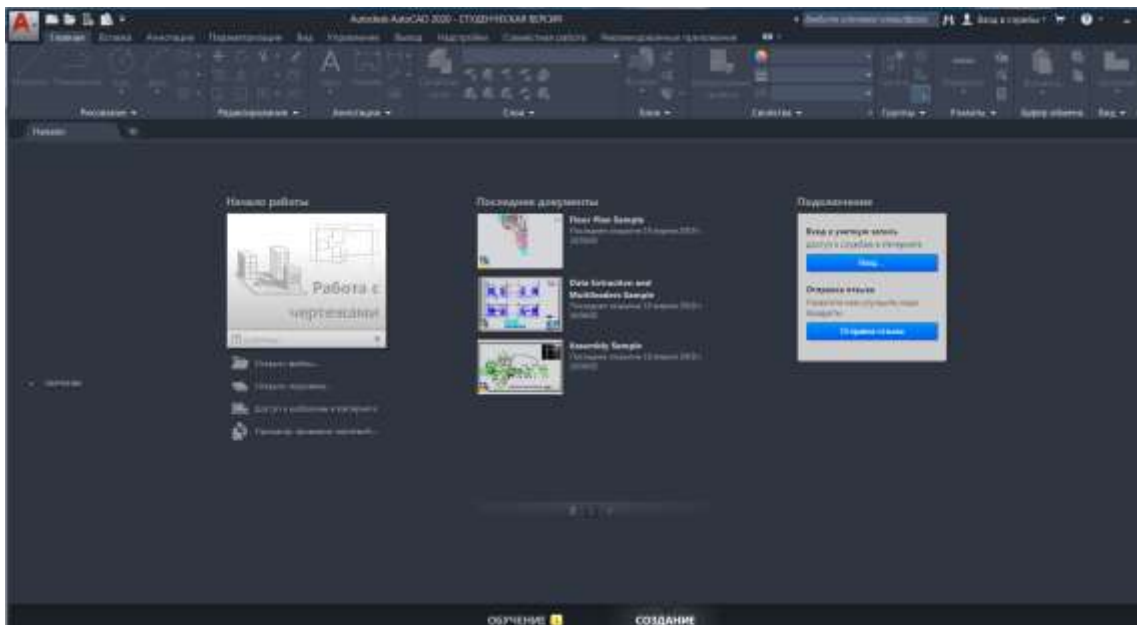


Рис. 1. Вкладка Создание окна приветствия Начало

На вкладке **Начало** слева в середине экрана находится направляющая кнопка на вкладку **Обучение** (рис. 2), где имеются Полезные подсказки, содержание которых меняется каждые 24 часа автоматически, а так же обучающие видеоролики.

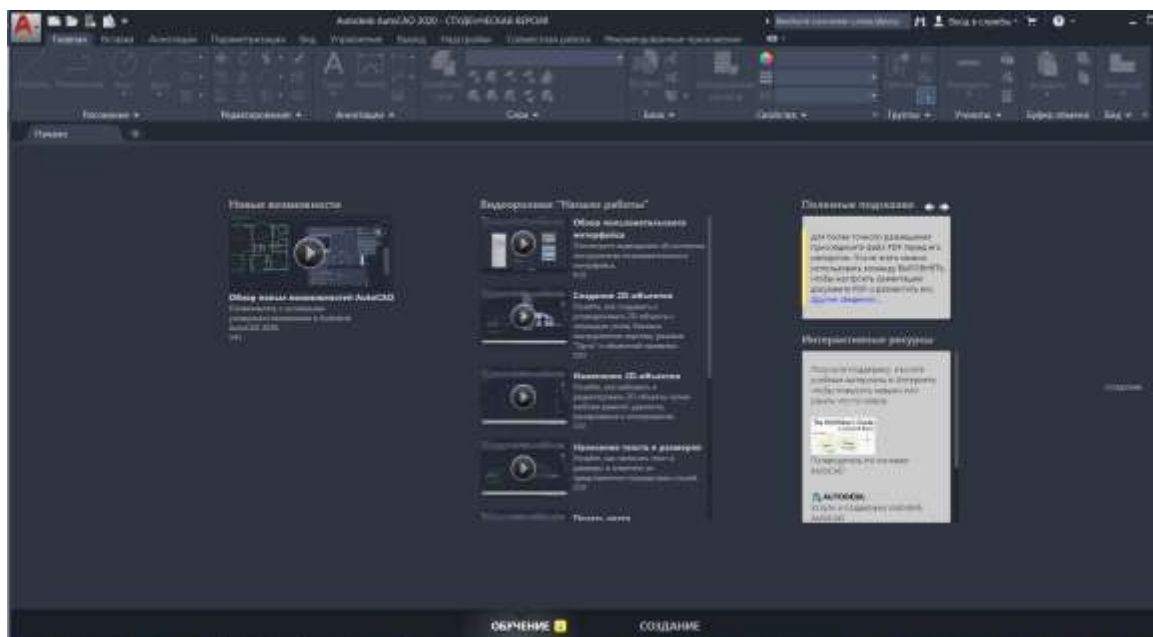


Рис. 2. Вкладка Обучение окна приветствия Начало

2. ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ AUTOCAD

Прежде чем приступить к работе в графической системе, необходимо ознакомиться с элементами ее интерфейса, а также базовой функциональностью и возможностями.

Окно программы AutoCAD состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенные функции: ввод команд, отображение необходимой при черчении информации и т.д. Некоторые инструменты взаимодополняют, а так же замещают друг друга.

1. В правом верхнем углу расположено **«Окно поискового браузера»** (рис.3).



Рис. 3. Окно поискового браузера

В данное окно можно вводить запрос по интересующему вопросу функционала программы, после чего появляется справка, в которой содержится краткое описание запрашиваемого инструмента. Для пользования данным инструментом необходим доступ в интернет, т.к. справка загружается с сервера Autodesk. Если нет доступа в интернет, то можно запустить локальную справку, нажав на стрелку рядом с вопросом, затем загрузить автономную справку.

2. В центральной верхней части окна находится строка **«Заголовок»**, в которой отражается версия программы (например AutoCAD 2020), имя и номер чертежа (рис. 4). По умолчанию программа создает имя **«Чертеж»** и номер **«1»** с расширением *dwg*.

Autodesk AutoCAD 2020 - СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕРСИЯ Чертеж1.dwg

Рис. 4. Строка Заголовок

3. В левом верхнем углу под кнопкой с пиктограммой **A** располагается **«Меню приложений»** (рис. 5), предназначенное для работы с файлами. В нем содержатся стандартные, привычные для всех приложений Windows, инструменты. В правой части окна находится список из последних документов, с которыми работали, у этого списка есть несколько представлений: мелкие, крупные значки, малые и большие изображения. Если необходимо увидеть изображение предварительного просмотра, то нужно навести курсор на файл и появится окошко для просмотра. Также можно переключаться на режим открытых документов.

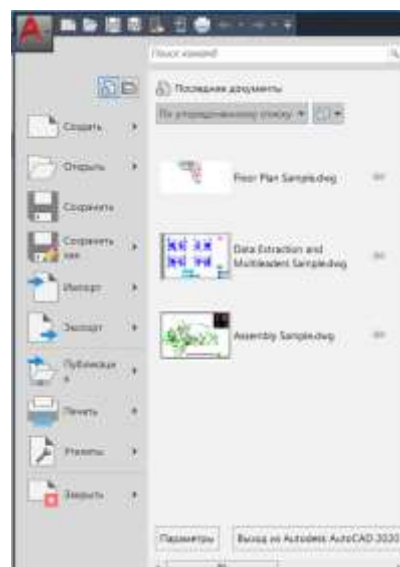


Рис. 5. Меню приложений

4. Рядом с Меню приложений находится «**Панель быстрого доступа**» (рис.6). На эту панель можно выносить инструменты, которые используются чаще всего. Данное меню можно располагать как в верхней строке, так и под Лентой меню.



Рис. 6. Панель быстрого доступа

5. Центральная область рабочего окна программы называется «**Графическим экраном**», в ней выполняются все построения. На графическом экране указатель мыши приобретает вид перекрестья и способен выполнять функции, используемые в проектировании: привязку к объектам, задание координат и направления. При выходе за границы графического экрана указатель приобретает привычный вид.

6. Графическое пространство представлено двумя видами вкладок: «**Модель**» и «**Листы**». Во вкладке «**Модель**» непосредственно чертят, а «**Листы**» предназначены для печати (рис. 7). По умолчанию активной является вкладка *Модель*. Это означает, что на экране отображено двух- или трехмерное пространство модели. При щелчке на какую-либо из вкладок *Лист* (их количество может быть любым, достаточно нажать на кнопку «+»), можно перейти к пространству листа.



Рис. 7. Переход с вкладки модель на листы

7. Внизу *Графического экрана* располагается «**Командная строка**» (рис. 8), которая служит для прямого ввода команд. Для того, чтобы выбрать какой-либо инструмент, не обязательно вызывать меню, достаточно напрямую вписать его в командную строку и нажать Enter.



Рис. 8. Командная строка

8. «**Панель координат**» (рис.9) позволяет отследить положение курсора и объектов. Существуют 2 варианта отображения положения курсора: динамический и статический. При нажатии на пиктограмму, координаты становятся более яркими, и при перемещении курсора показывается текущее его положение. При повторном нажатии, строка координат тускнеет и показывает координаты только при нажатии левой клавиши мыши. В центре нижней части графической области окна программы отображается указатель пользовательской системы координат (ПСК). По умолчанию в программе

AutoCAD используется МСК — *Мировая система координат* (World Coordinate System, WCS). Ее указатель расположен в точке с координатами (0;0;0).



2750.5513, 1269.6878, 0.0000 МОДЕЛЬ

Рис. 9. Панель координат

9. Главное меню программы Автокад организовано в виде «*Ленты*» (рис.10), состоящая из вкладок, на которых располагаются «*Тематические панели*». На каждой панели собраны инструменты, схожие по своему функциональному предназначению. Например, на вкладке «*Главная*» под панелью «*Рисование*» собраны все инструменты для создания простых и сложных примитивов.



Рис. 10. Лента

10. AutoCAD включает в себя 3 рабочих пространства: *Рисование и аннотации*, *Основы 3D*, *3D-моделирование*. Рабочее пространство *Основы 3D* содержит основные инструменты, ориентированные на создание простых тел и их визуализацию, а *3D-моделирование* содержит полный комплекс инструментов для создания как и поверхностей, так и объекты 2D-рисования. По умолчанию в AutoCAD установлено пространство *Рисование и аннотации*. Доступ к выбору типа рабочего пространства осуществляется несколькими способами, через:

10.1. Панель быстрого доступа (рис. 11).

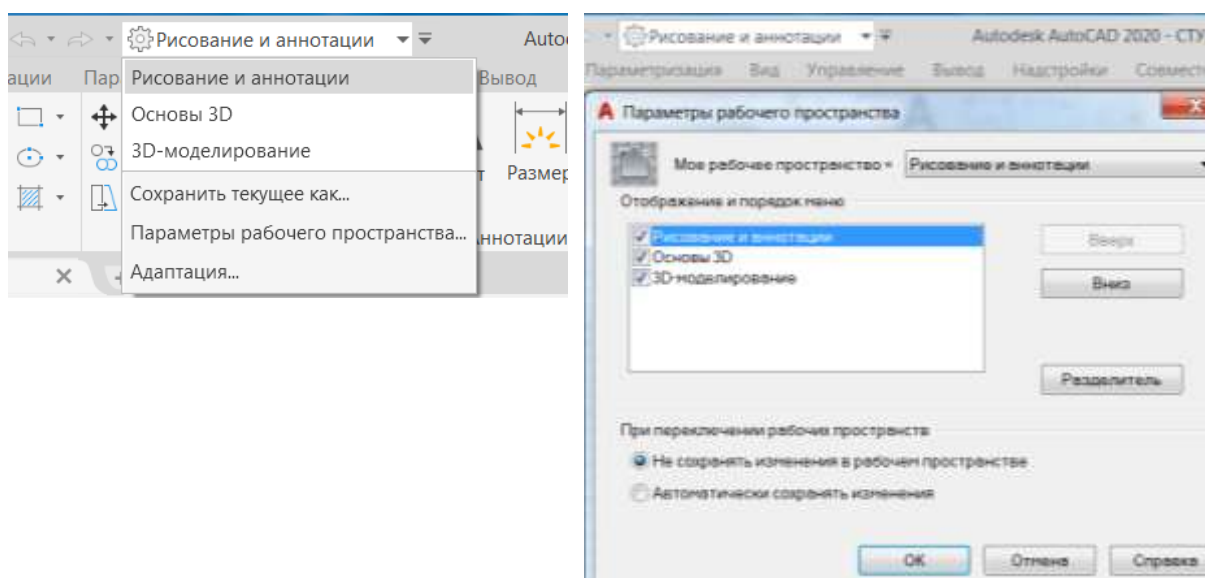


Рис. 11. Выбор рабочего пространства через панель быстрого доступа

10.2. Строку состояния (режимов), которая находится внизу графического экрана, нажав на кнопку в виде шарнира (рис. 12).

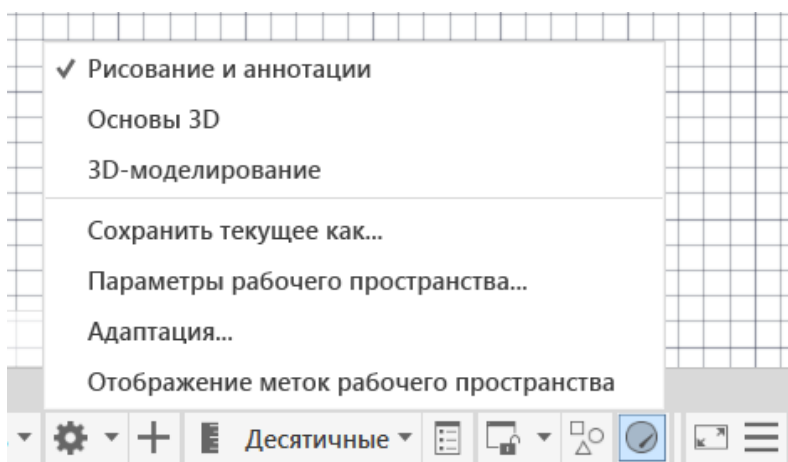


Рис. 12. Выбор рабочего пространства через статусную строку

10.3. При одновременном нажатии клавиши Shift и колесика мыши, а затем ввода через *Командную строку* название рабочего пространства.

3. АДАПТАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА AUTOCAD ПОД КОНКРЕТНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Переход на панель *Управления адаптированными элементами пользовательского интерфейса* (УАЭПИ) в данном программном продукте осуществляется:

3.1. Через вкладку ленты *Управление* (рис. 13).

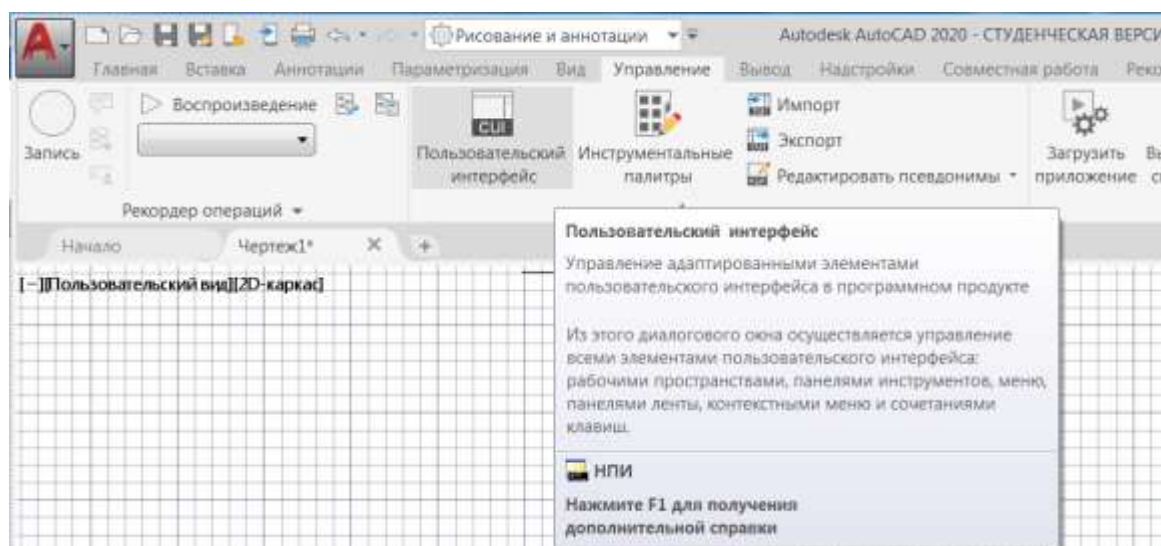


Рис. 13. Переход на панель УАЭПИ через вкладку ленты Управление

3.1. Путем вызова из *Командной строки* (рис. 14)

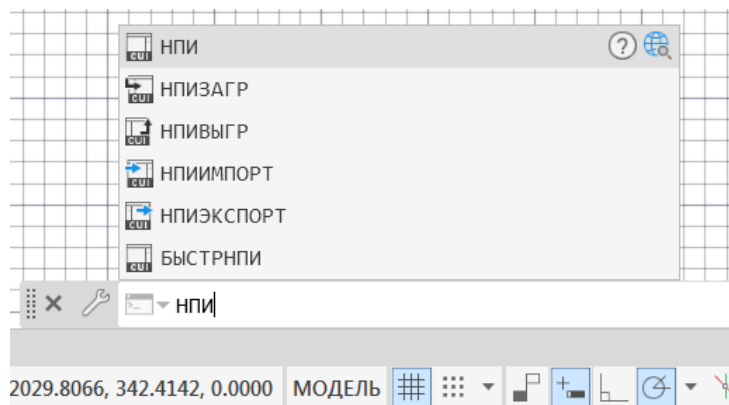


Рис. 14. Переход на панель УАЭПИ из командной строки

3.3. Надписью у курсора «НПИ» (настройка пользовательского интерфейса) (рис. 15).

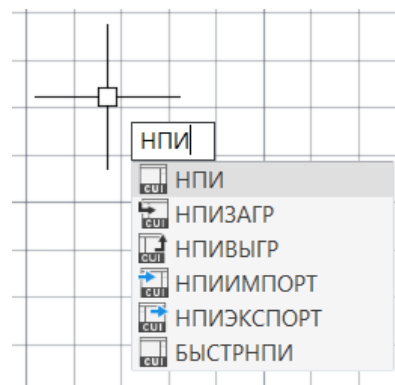


Рис. 15. Переход на панель УАЭПИ через надпись у курсора

Как было сказано выше, по умолчанию рабочее пространство в AutoCAD - *Рисование и аннотации*. Удобнее всего для последующей работы, чтобы не мешать другим пользователям, пространство дублировать (рис. 16), сохранив под именем конкретного пользователя (рис. 17), установить текущим и по умолчанию (рис. 18).

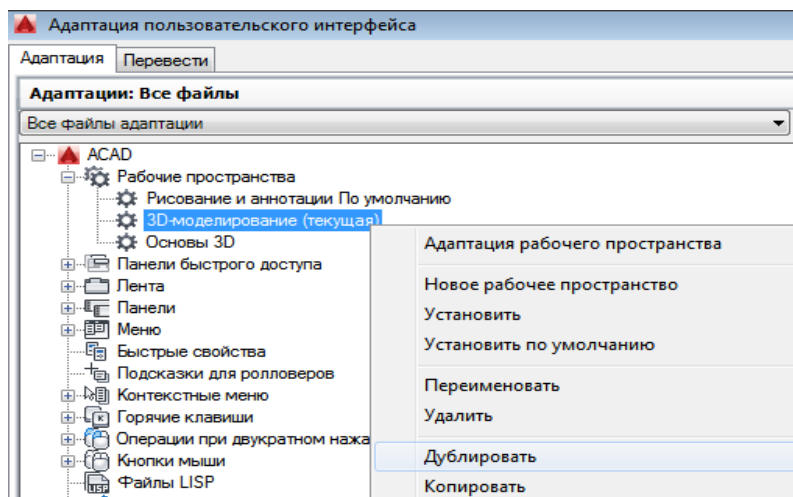


Рис. 16. Дублирование рабочего пространства 3D моделирование

На панели *Содержание рабочего пространства* можно убрать не нужные для работы вкладки Ленты, Панели и т.д. На рис. 19 показан пример удаления с

ленты вкладки A360. Через нижнюю панель *Свойства* при вопросе *Показать*, нужно ответить *Нет* и нажать *OK*.

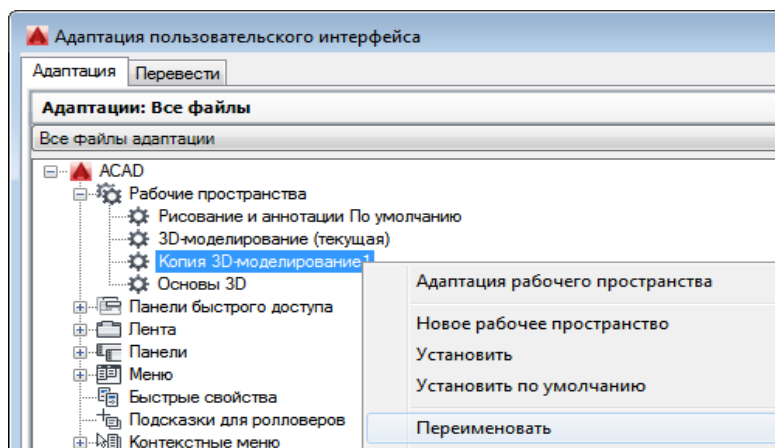


Рис. 17. Переименование рабочего пространства

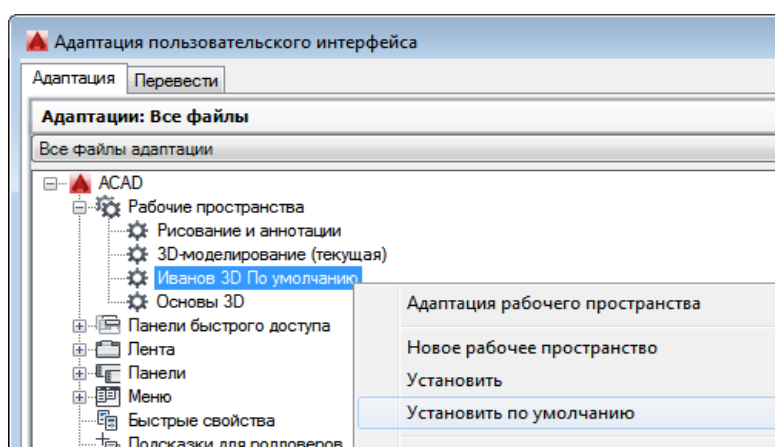


Рис. 18. Установка рабочего пространства текущим и по умолчанию

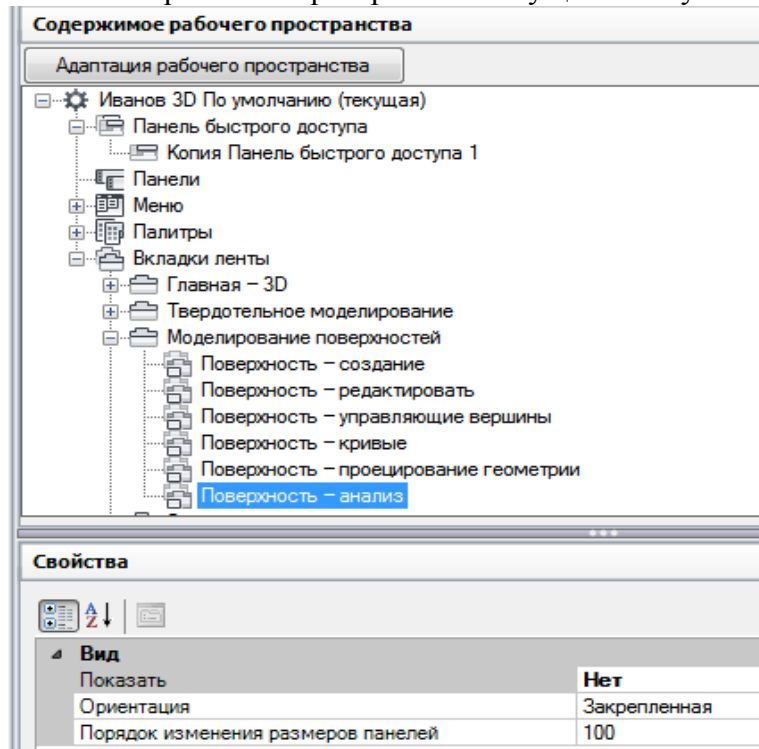


Рис. 19. Пример удаления вкладки с ленты

На рис. 20 на примере удаления панели *Анализ поверхности* с вкладки *Ленты Поверхности* показан пример удаления какой-либо панели с Ленты.

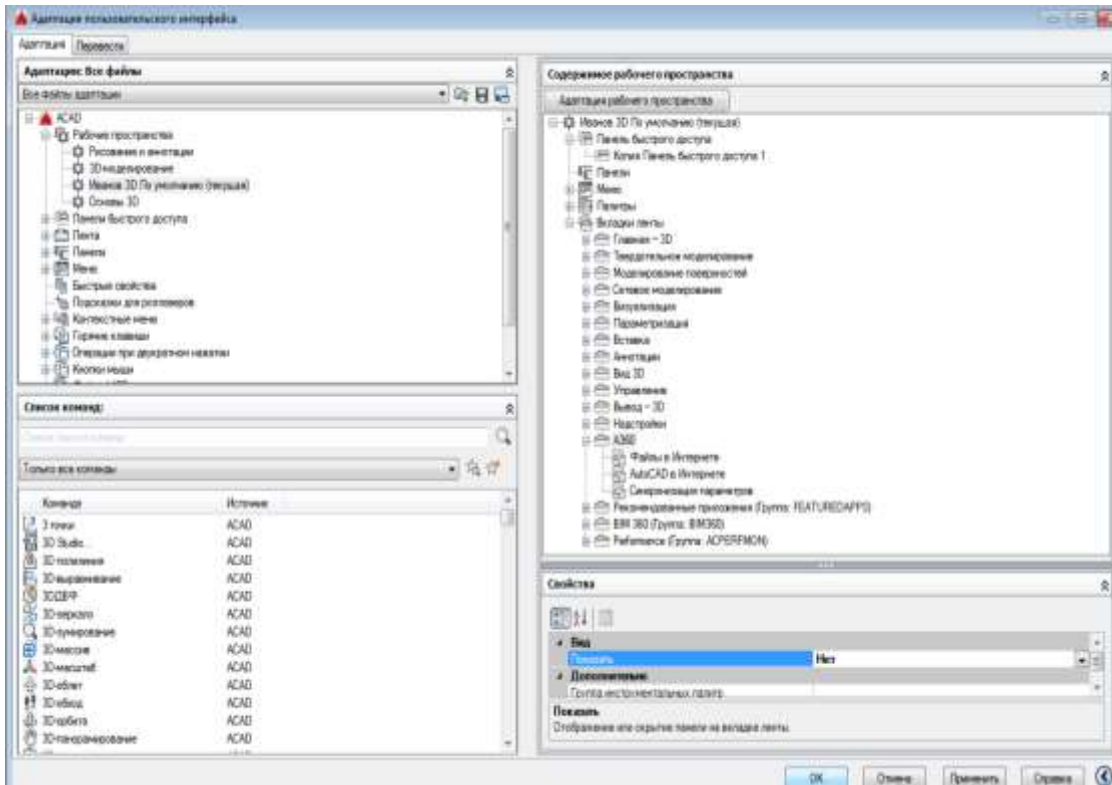


Рис. 20. Пример удаления панели с вкладки ленты

4. НАСТРОЙКИ ИНТЕРФЕЙСА В AUTOCAD

4.1. Настройка ленты

Управление панелями и вкладками Ленты удобнее всего осуществлять через правую клавишу мыши, из любого места Ленты. Не нужные панели и вкладки можно временно убрать для удобства или, в случае необходимости, вернуть обратно (рис. 21 и 22).

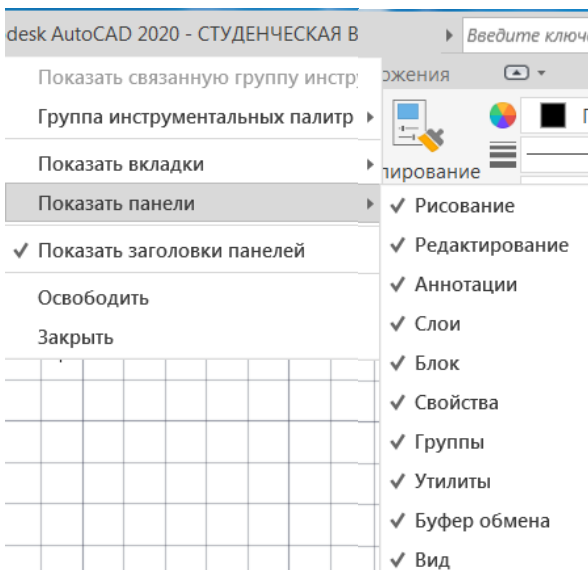


Рис. 21. Управление панелями

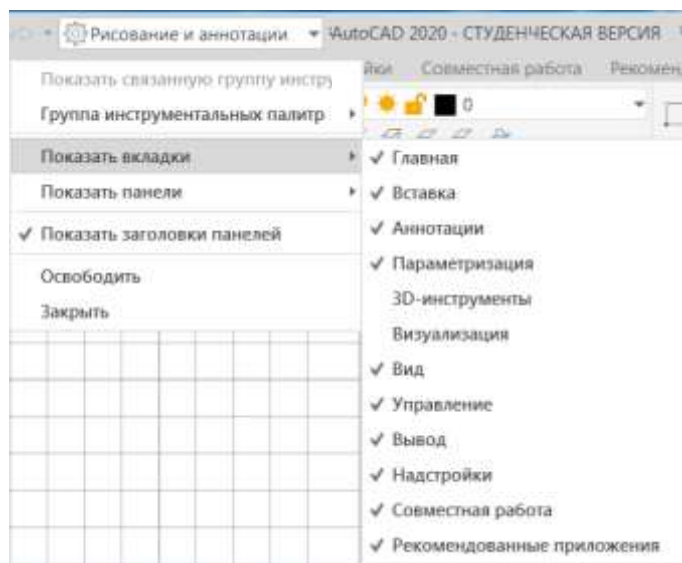


Рис. 22. Управление вкладками

Панели, вкладки, листы и сами документы можно перемещать, зажав левую кнопку мыши, в удобное пользователю место (рис. 23). Кроме того, саму Ленту можно свернуть до вкладок, кнопок панелей и названий панелей, нажав кнопку *Свернуть до кнопок панелей* или щелкая дважды левой клавишей мыши по Ленте (рис. 24).

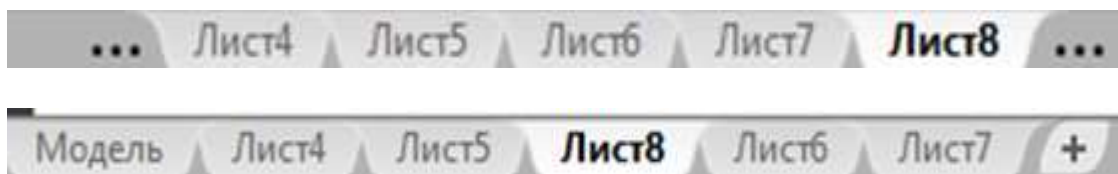


Рис. 23. Перемещение вкладок, панелей ленты, листов и самих документов

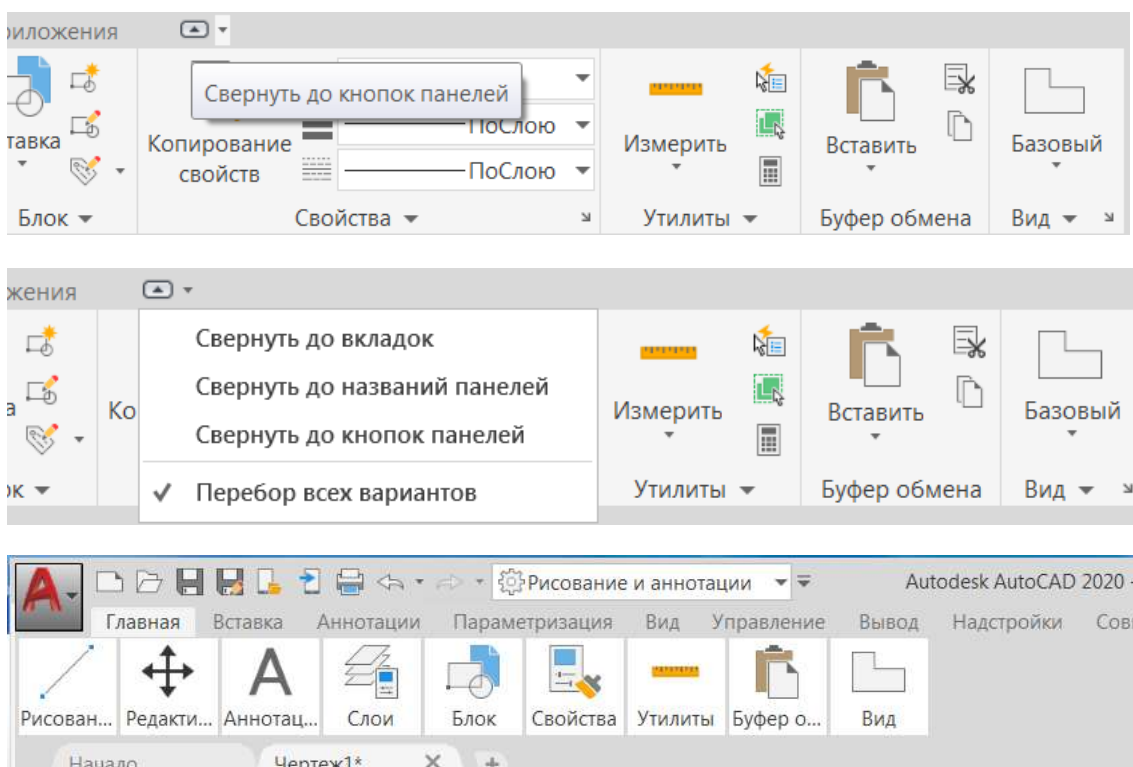


Рис. 24. Управление лентой

4.2. Строка состояния

Внизу *Графического экрана* находится *Строка состояния*, которую еще называют *Строкой режимов* AutoCAD, где содержится большое количество кнопок по настройке и активации режимов рисования (рис. 25). Если кнопка подсвечивается голубым фоном, то она активна, если кнопка серого цвета, то она не активна, соответственно, не работает. Более того, можно пользоваться «горячими» клавишами (*F3-F12*), не нажимая сами кнопки настройки.



Рис. 25. Строка состояния

В программе есть возможность изменять состав кнопок *Строки состояния* с помощью кнопки *Адаптация*, которая находится в крайнем правом положении *Строки состояния*.



При первом запуске программы, рабочее поле чертежа разлиновано сеткой. Сетка будет видна только при включенном режиме *Отображение сетки чертежа* (рис. 26). Это, своего рода, миллиметровка, по которой удобно ориентироваться на рабочем поле чертежа.

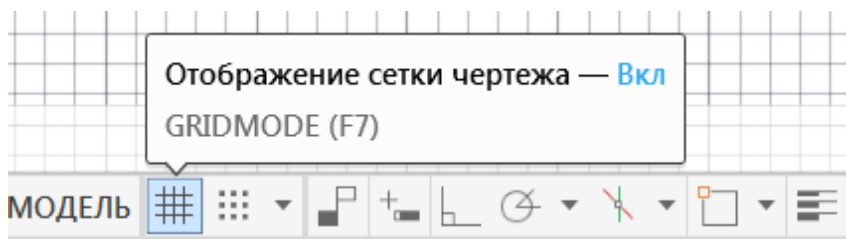


Рис. 26. Включение/отключение сетки

Привязки к сетке чертежа. Если *Привязка к сетке* включена, перемещение курсора ограничивается заданными интервалами сетки. Если включена полярная привязка, перемещение курсора ограничивается заданными расстояниями вдоль полярных линий отслеживания (рис. 27).

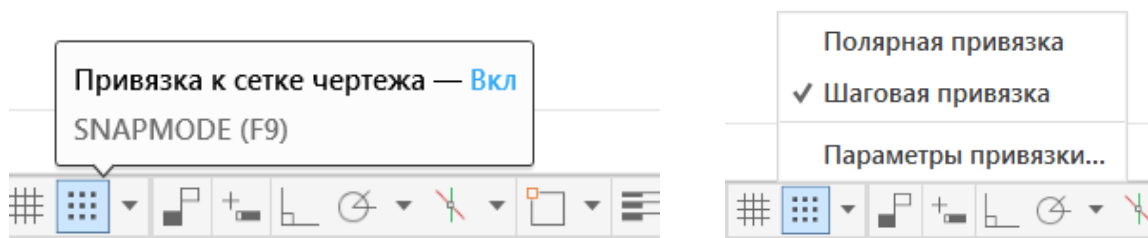


Рис. 27. Включение/отключение привязки сетки чертежа

Динамический ввод (рис. 28) отображает подсказку рядом с курсором, которую можно использовать для задания параметров команд и значений расстояний и углов, не задавая их в командной строке.

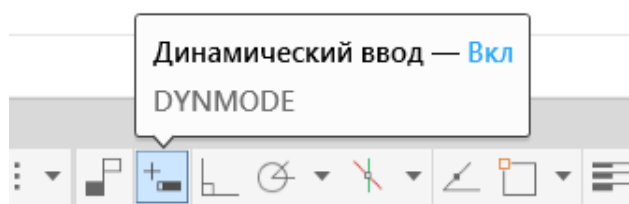


Рис. 28. Включение/отключение динамического ввода

Ортогональное ограничение перемещений курсора (рис. 29) позволяет чертить линии только ортогонально, т.е. вдоль осей X и Y (вертикально или горизонтально).

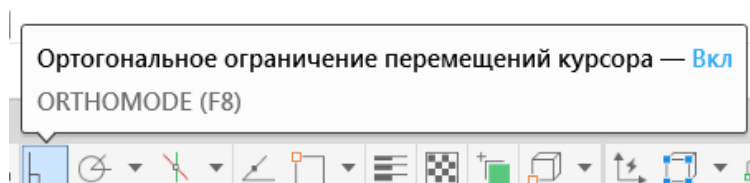


Рис. 29. Включение/отключение ортогонального ограничения перемещений курсора

Ограничение перемещений курсора определенными углами (рис. 30) позволяет отслеживать перемещения курсора вдоль выбранных полярных углов.

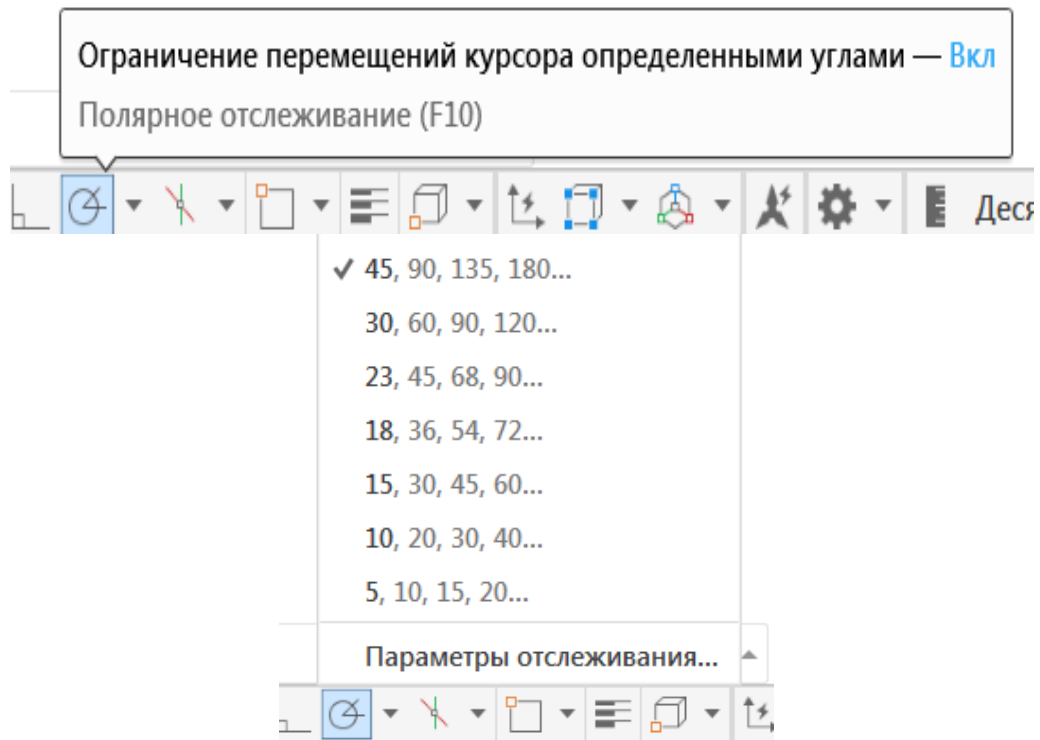


Рис. 30. Включение/отключение ограничения перемещений курсора определенными углами

Изометрическое проектирование (рис. 31) создает среду изометрического чертежа путем выравнивания объектов вдоль изометрических осей, где угол между каждой осью равен 120° .

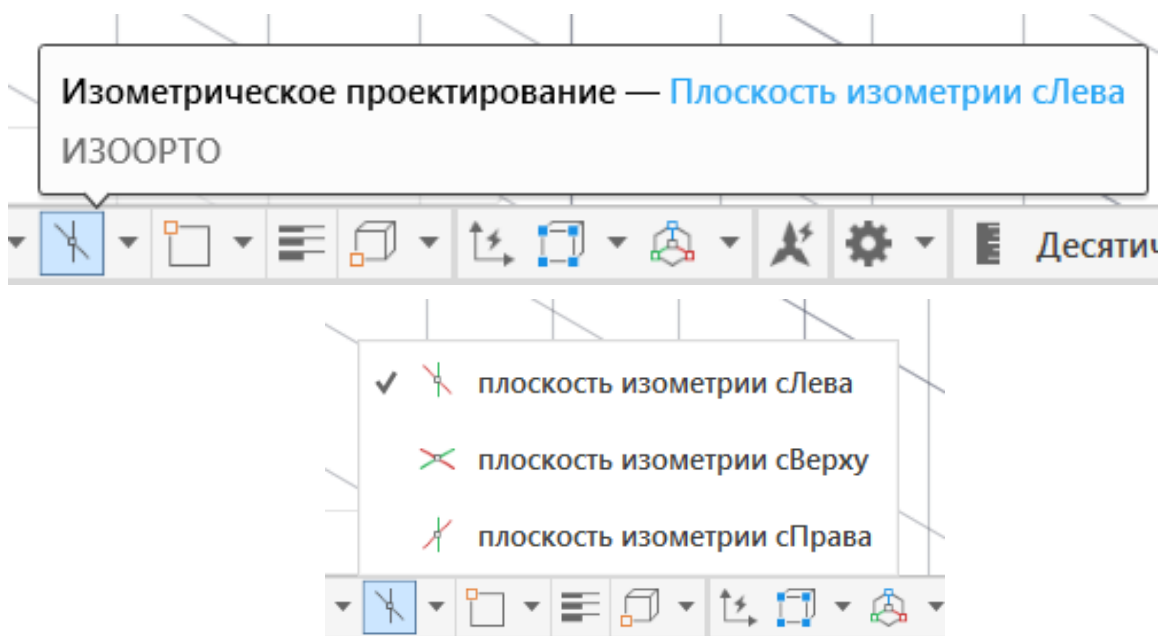


Рис. 31. Включение/отключение изометрического проектирования

Привязка курсора к опорным точкам в 2D (рис. 32) позволяет «привязать» курсор к определенным точкам на объектах (таким как конечные точки отрезков, центры окружностей и т.д.).

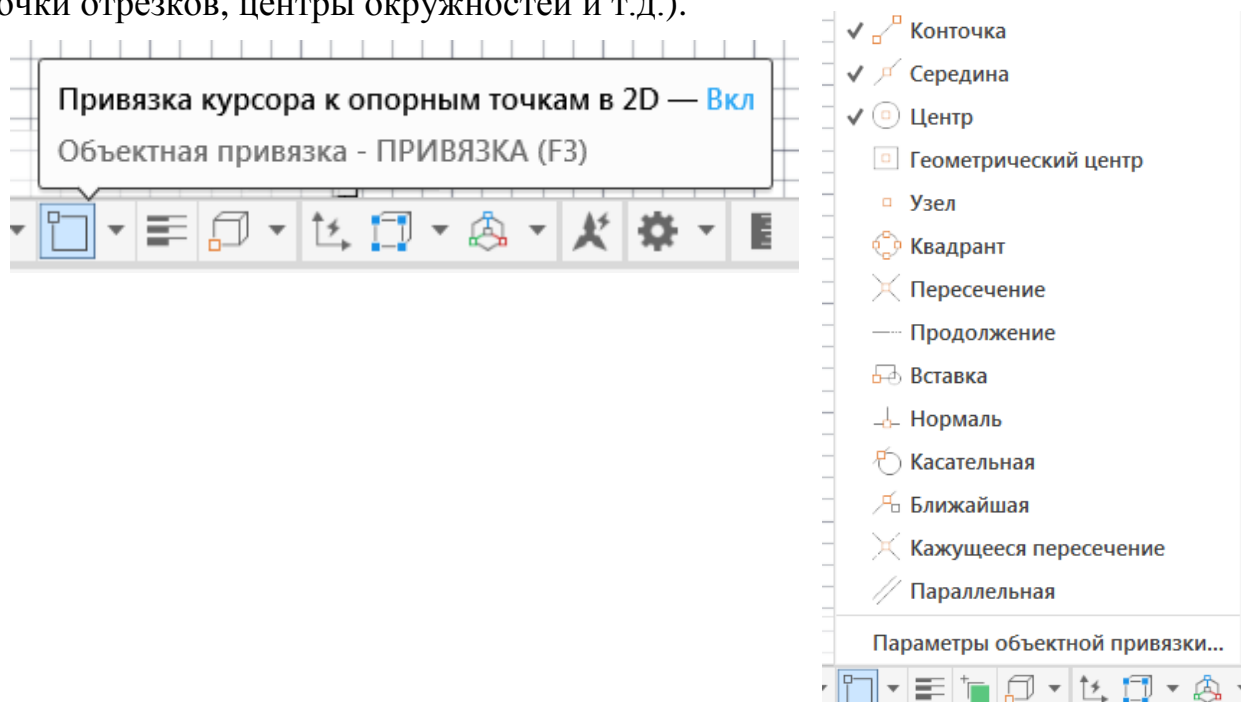


Рис. 32. Включение/отключение привязки курсора к опорным точкам в 2D

Отображение/скрытие веса линий (рис. 33). Вес линий – это толщина линий. Команда управляет отображением толщины линий на экране. По умолчанию вес линий – 0,25 мм.

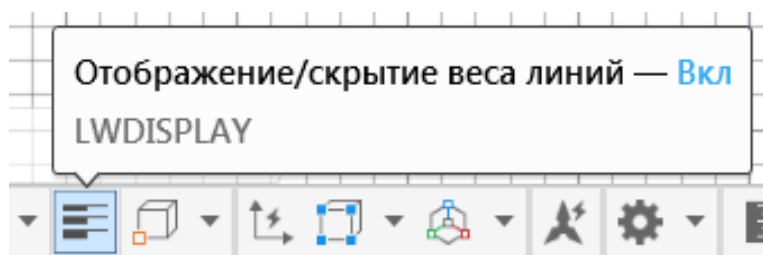


Рис. 33. Включение/отключение отображения/скрытия веса линий

Циклический выбор (рис. 34) изменяет настройки отображения вариантов для выбора в перекрывающихся объектах.

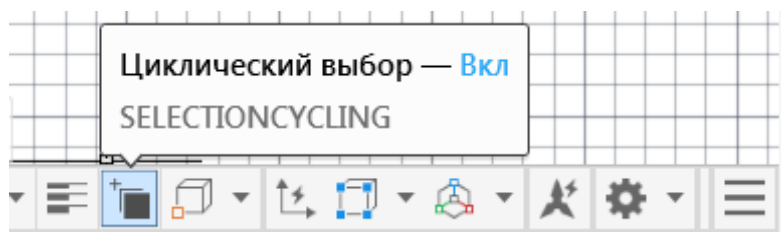


Рис. 34. Включение/отключение циклического выбора

Фильтрация выбранных объектов (рис. 35) определяет, какие объекты будут выделены при наведении на них курсора.

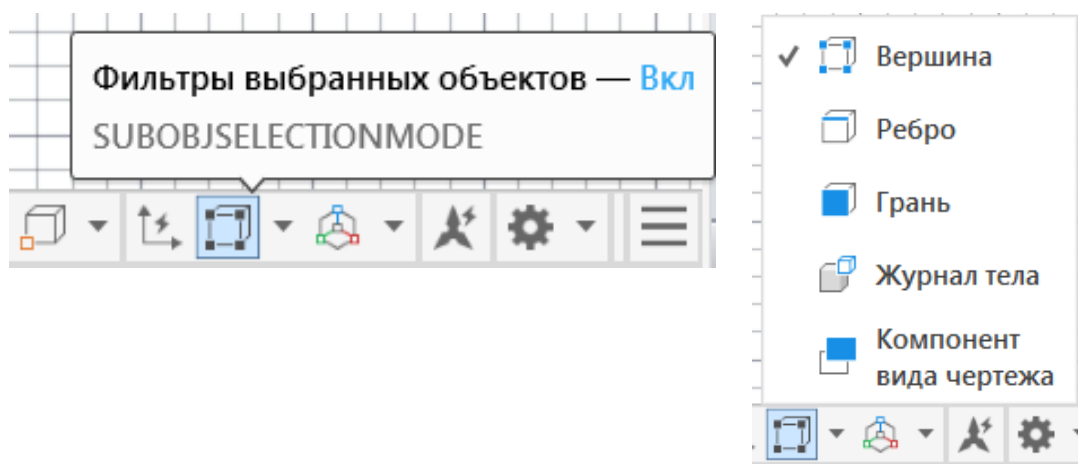


Рис. 35. Включение/отключение фильтров выбранных объектов

Единицы текущего чертежа (рис. 36) позволяет задать единицы чертежа для текущего чертежа.

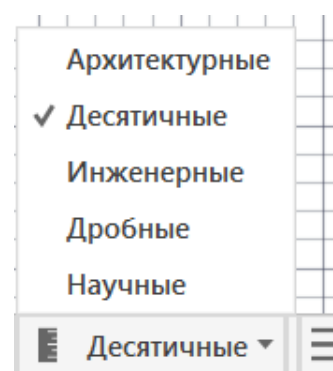


Рис. 36. Включение/отключение единиц текущего чертежа

Подробные характеристики всех команд *Строки состояния* можно увидеть, нажав непосредственно на эти кнопки.

4.3. Настройка параметров чертежа

Для изменения параметров чертежа, таких как маркера автопривязок, размера прицела и внешнего вида подсказок и т.д., необходимо нажать правую клавишу мыши в любом месте поля чертежа, выбрать в выпадающем окне нижний пункт **Параметры** (рис. 37-38).

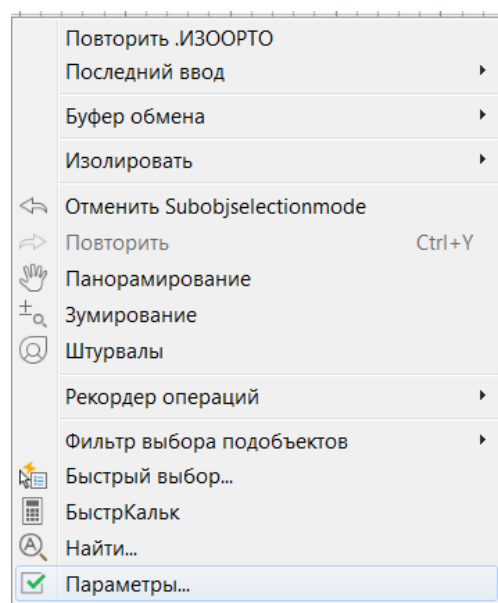


Рис. 37. Параметрами чертежа

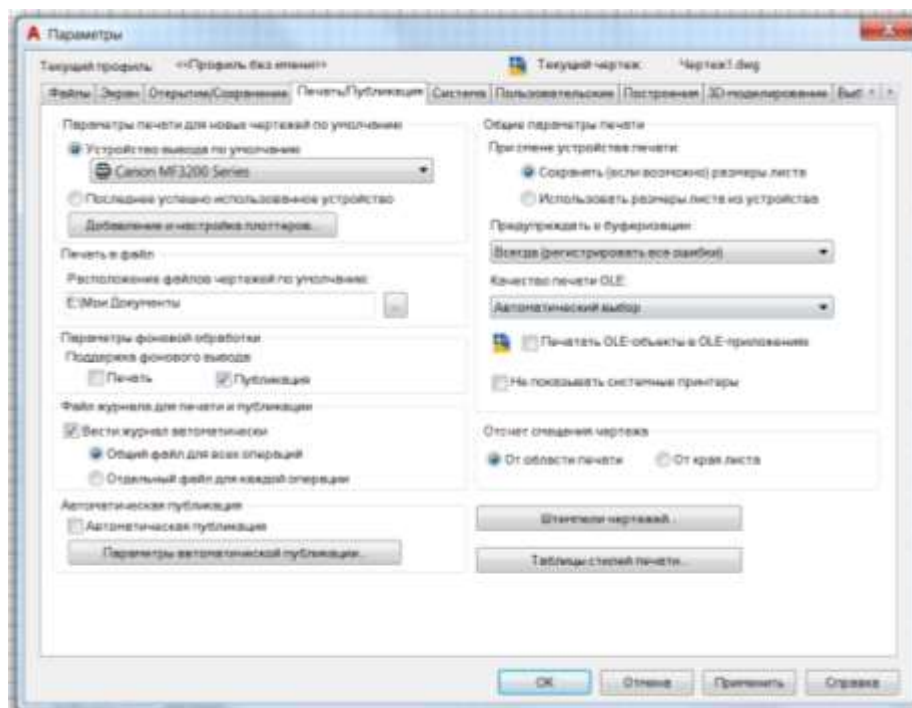


Рис. 38. Управление параметрами чертежа

Вкладка «Открытие/Сохранение» в таблице *Параметры* (рис. 39). Необходимо проверить галочки возле чекбокса «Автосохранение» и установить интервал сохранения файла в минутах. Рекомендуется снизить это число для важных проектов, но не стоит завышать это значение для маломощных компьютеров.

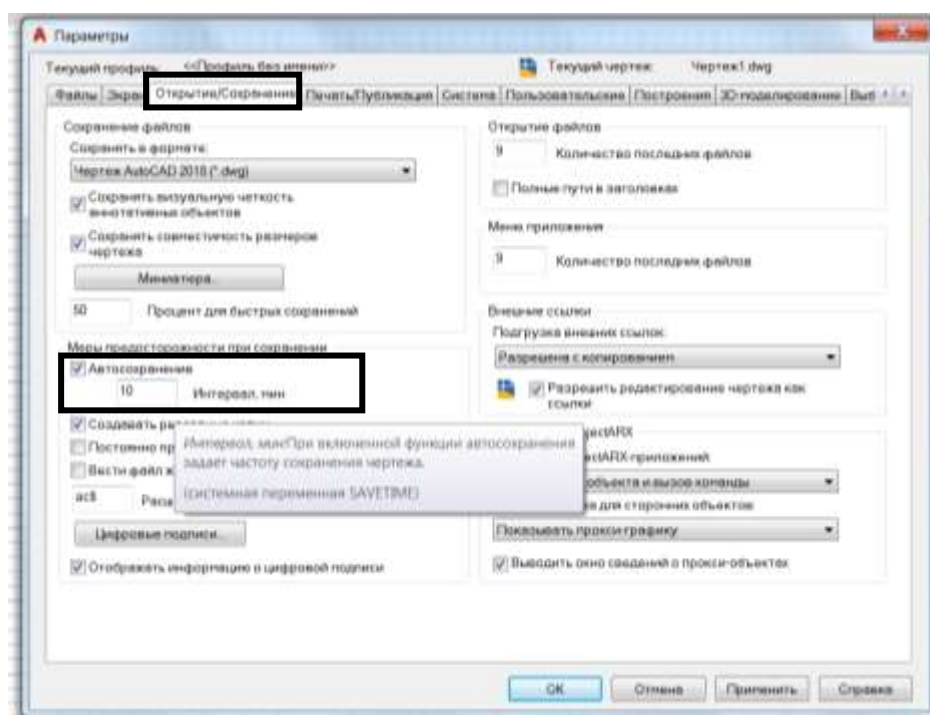


Рис. 39. Управление параметрами автосохранения чертежа

На вкладке «Построения» (рис. 40) можно отрегулировать размер курсора и маркера автопривязки. В этом же окне можно определить параметры

автопривязки. Для этого необходимо установить галочки напротив «Маркер», «Магнит» и «Всплывающие подсказки автопривязки».

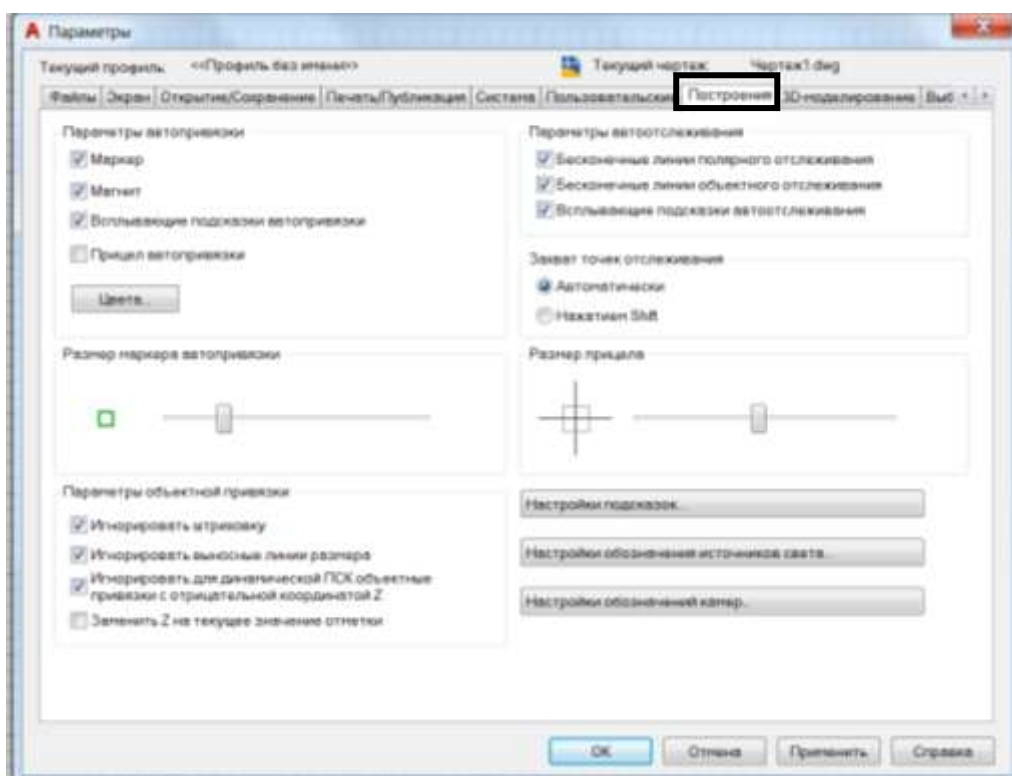


Рис. 40. Управление параметрами построения чертежа

Так же, во вкладке **Пользовательские** (рис. 41) можно изменить единицы исходного чертежа (миллиметры, сантиметры, километры, дюймы, и т.д.).

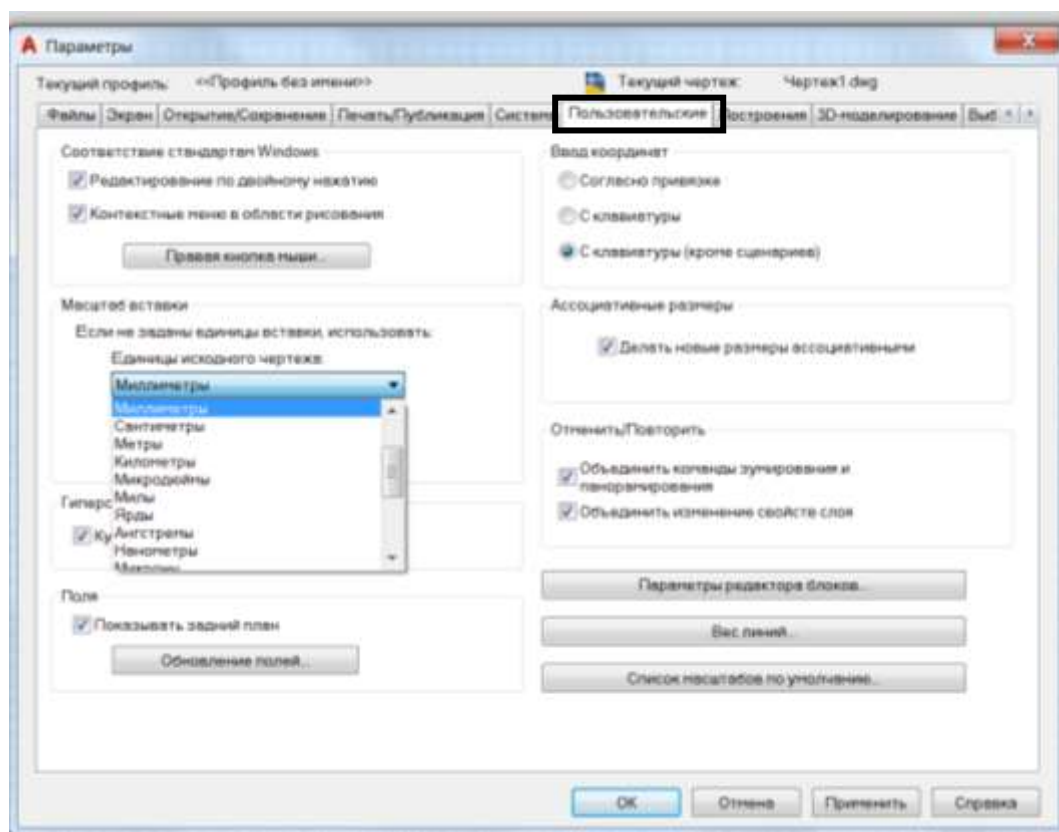


Рис. 41. Управление пользовательскими параметрами чертежа

По умолчанию цвет поля чертежа темно-синий, наиболее удобный для глаз, но можно изменить цвета элементов интерфейса. Для этого, во вкладке *Экран* переходят на панель *Цвета* и подбирают цвета элементов интерфейса (рис. 42, 43).

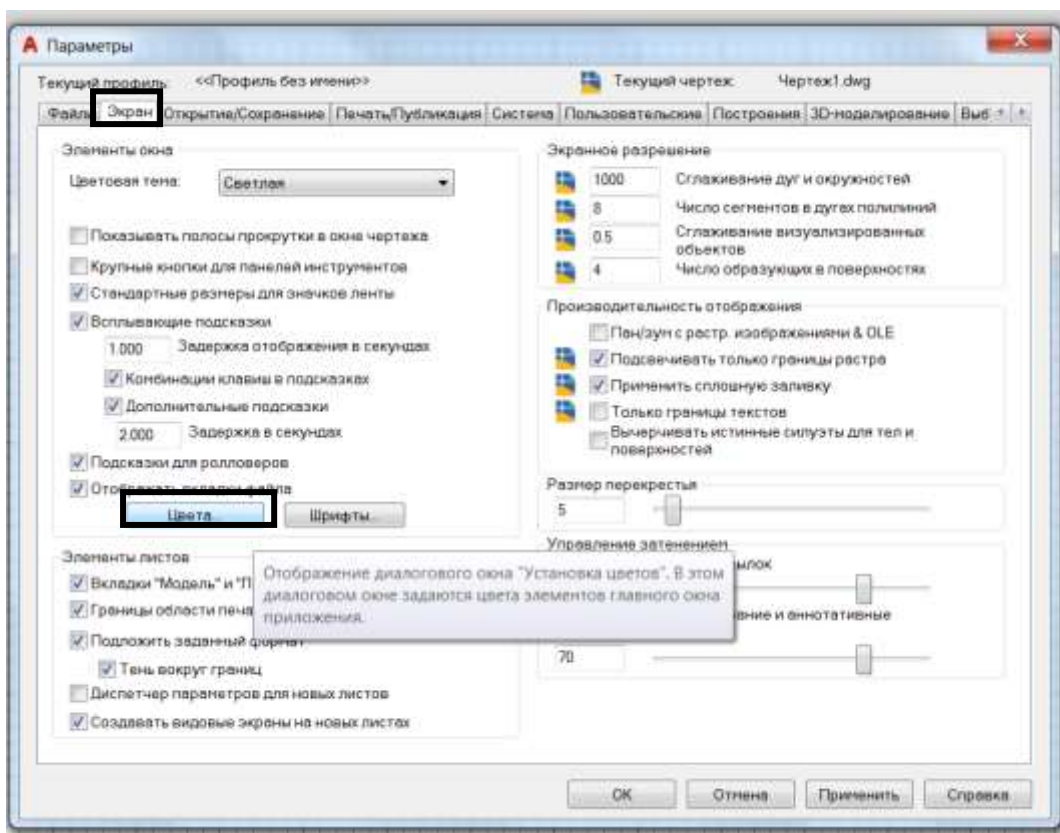


Рис. 42. Управление параметрами экрана

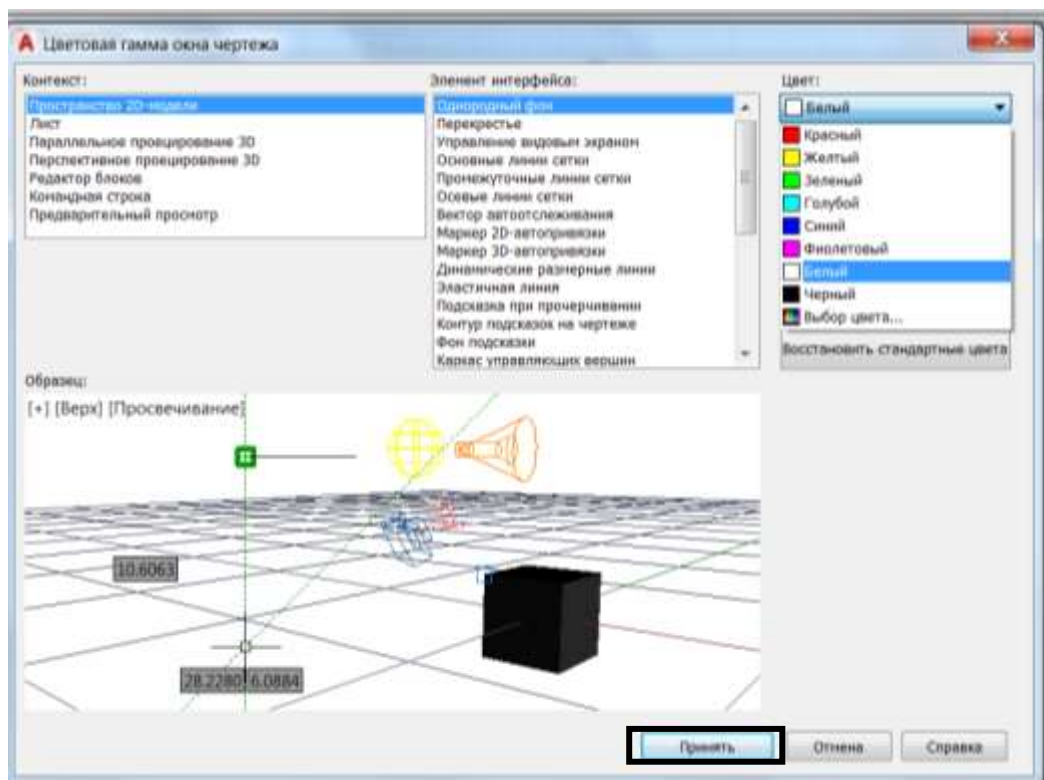


Рис. 43. Установка цветовой гаммы элементов интерфейса

Таким образом, все необходимые настройки параметров чертежа (размер привязок, прицела, курсора и др.) пользователь может изменить под индивидуальные требования.

4.4. Настройка командной строки

Командная строка в AutoCAD – это отдельный элемент интерфейса, который позволяет не только запрашивать инструменты, вызывать системными переменными, но и выполнять команды с последующим их уточнением (путем выбора ключевых слов и подкоманд).

Командную строку можно перенести в любое удобное для пользователя место, уменьшить ее или растянуть.

Чтобы узнать, какие типы инструментов и объектов мы можем вызывать через командную строку, нужно нажать на гаечный ключ слева от **Командной строки** и выбрать «**Параметры поиска при вводе**» (рис. 44).

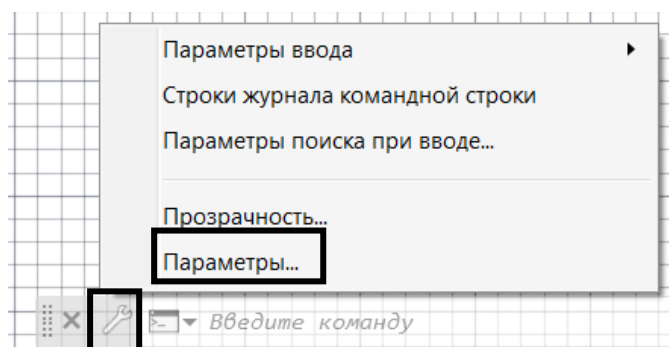


Рис. 44. Управление командной строкой

В AutoCAD можно выбрать следующий тип содержимого: блок, слой, штриховка, стиль текста, размерный стиль, визуальный стиль (рис. 45).

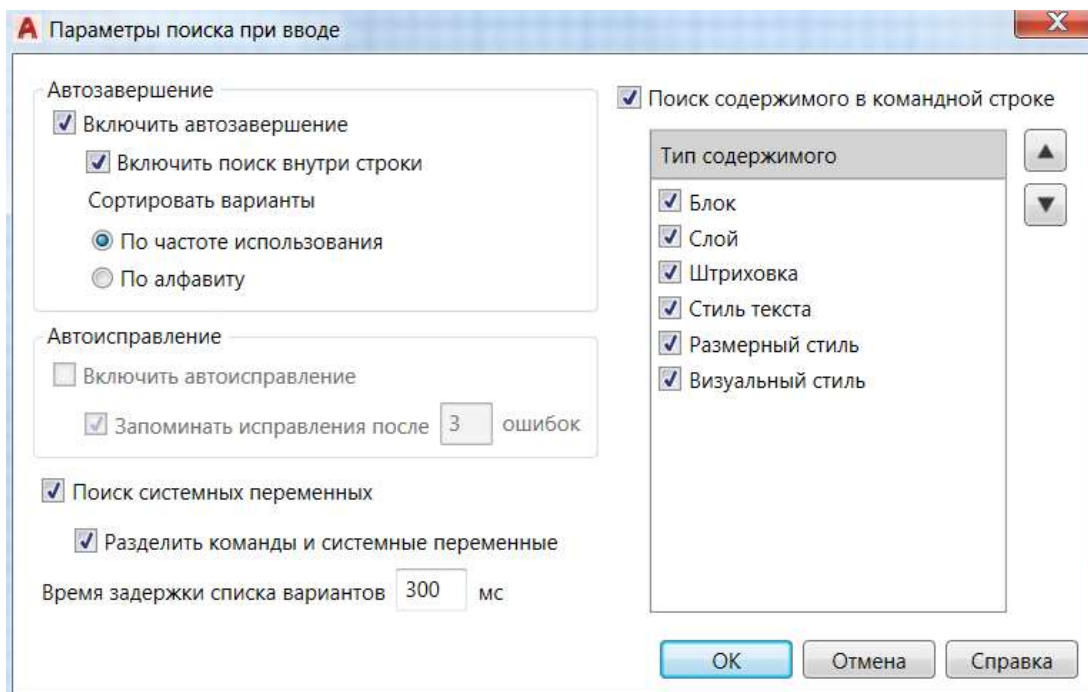


Рис. 45. Настройка параметров ввода при поиске

Можно управлять списком вариантов команд, системных переменных и компонентов (блоков и слоев), указывая часть их имени в командной строке (рис. 45). Можно указать, какие именно элементы должны отображаться, задать их порядок, ввести задержку перед развертыванием списка и т.д.

Можно отрегулировать количество «всплывающих» команд, которые были произведены во время работы. Для этого в *Командной строке* необходимо набрать «CLIPROMPTLINES» и задать «вручную» размер журнала (истории) количества последних действий, т.е. сокращаем, например до трех (рис. 46).

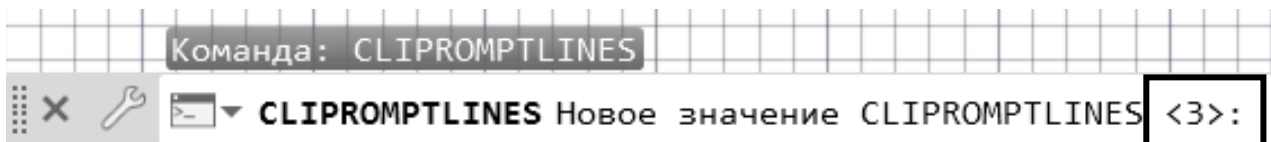


Рис. 46. Настройка количества строк командной строки

Чтобы оптимизировать рабочее пространство, *Командную строку* можно сделать прозрачной. При этом, в момент наведения на нее курсора она будет принимать привычный вид. Для этого надо нажать правой клавишей мыши по *Командной строке* и в ниспадающем списке выбрать «Прозрачность» (рис. 47).

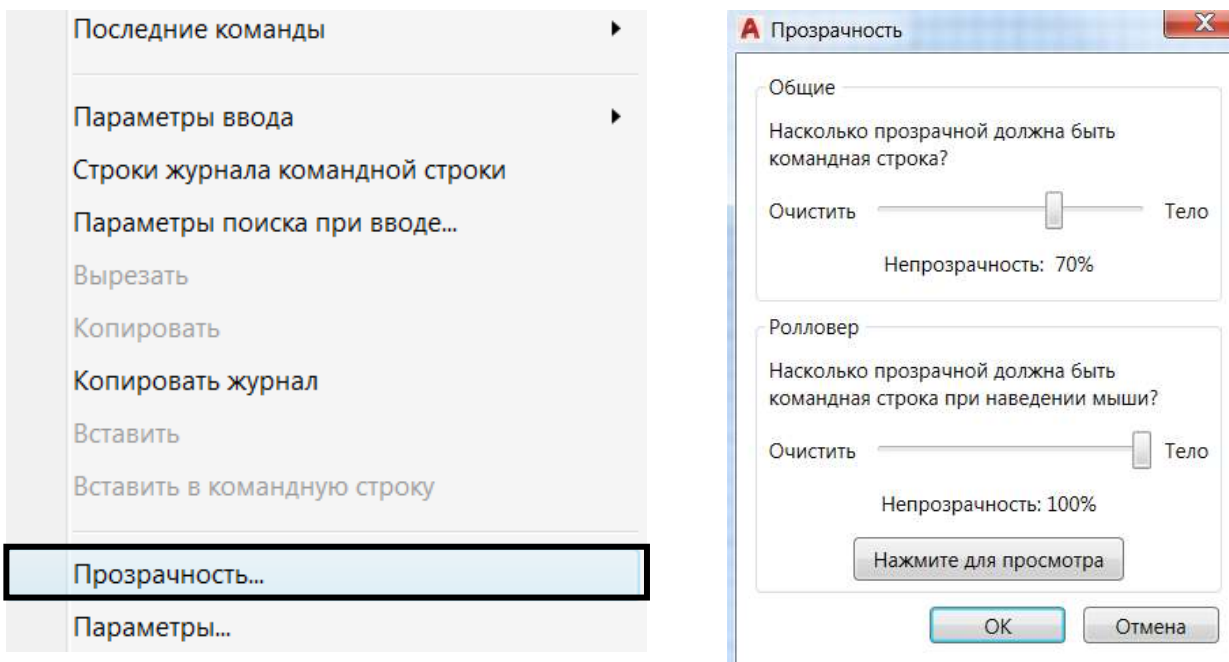


Рис. 47. Настройка прозрачности командной строки

Иногда у неопытных пользователей пропадает *Командная строка*. Вернуть *Командную строку* на место можно 4 способами: 1) нажать сочетание клавиш Ctrl+9; 2) в меню *Сервис* выбрать пункт *Командная строка*; 3) ввести вручную и «вслепую» (т.к. командной строки нет) команду *КОМСТР* (или *Commandline*); 4) ввести команду *КОМСТР* в поле под курсором при включенном режиме *Динамический ввод*.

4.5. Элементы интерфейса кнопок команд

Панели инструментов Ленты могут входить в различные группы, представленные на ленте **Вкладками**: *Главная, Вставка, Аннотации, Параметризация, Вид, Управление, Вывод, Настройки, Совместная работа, Рекомендованные приложения*.

В каждой *Вкладке* располагаются активные приложения в которых находятся основные команды по черчению (рисованию), редактированию, простановке размеров, обозначений на чертеже и т.д.

Отдельно отметим элемент интерфейса кнопок команд *Вкладок*, который встречается на разных областях у разных кнопок – это «маленький треугольник», направленный острием вниз (на рис. 48 они выделены кружками).

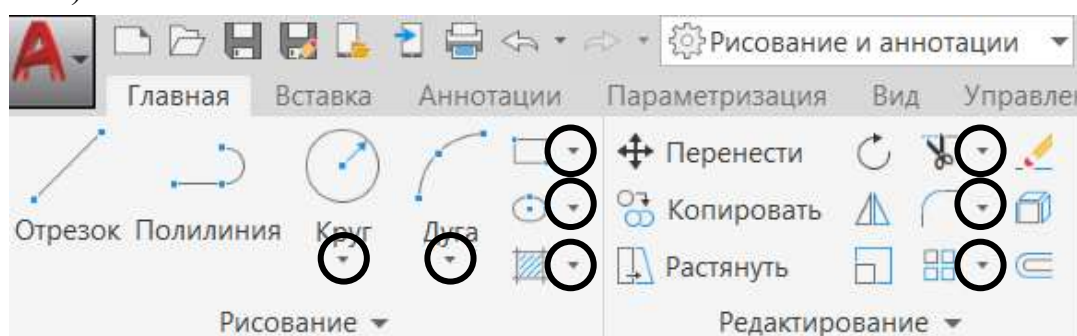


Рис. 48. Дополнительный элемент команд

Эти стрелки-треугольники говорят о том, что кнопки, возле которых они расположены, отвечают за несколько, логически объединенных в себе команд, т.е. кнопка может выполнить не одну указанную команду, а несколько. Например, нажатие на стрелку возле кнопки с командой построения «*Прямоугольник*» открывает доступ к кнопке построения многоугольника или, как его именуют в некоторых версиях AutoCAD – «*Полигон*» (рис. 49).

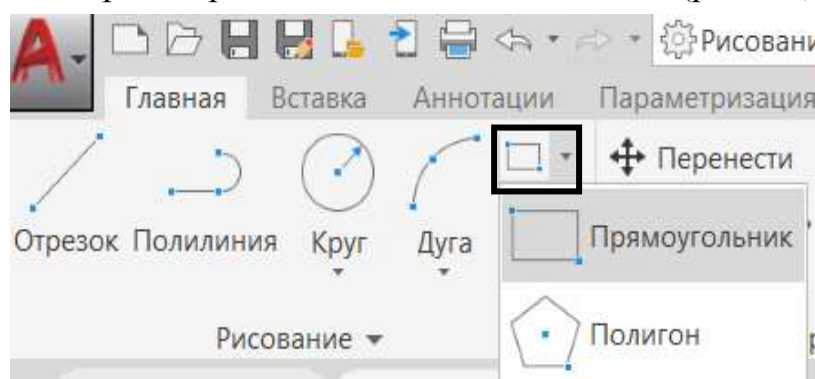


Рис. 49. Возможности командных кнопок

Эти же стрелки, встречаются и возле названий областей команд (рис. 50). Нажатие на них открывает доступ к дополнительным кнопкам, команды которых используются реже, чем те, что присутствуют в видимой области всегда.

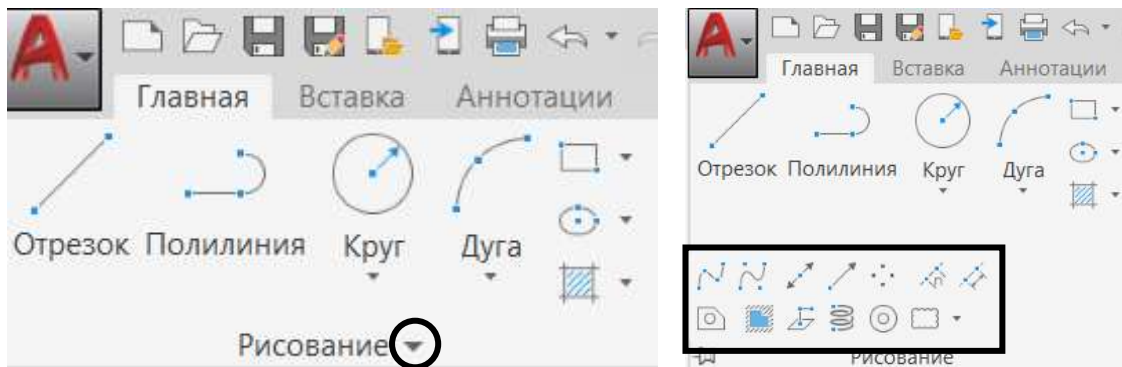


Рис. 50. Возможности командных кнопок

5. СОЗДАНИЕ ДВУХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ AUTOCAD

Создание двухмерных линий и примитивов, а также их редактирование — это основа работы над чертежом в AutoCAD. Принцип черчения в этой программе построен таким образом, чтобы рисование объектов занимало как можно меньше времени, и чертеж создавался наиболее интуитивно.

На вкладке «Главная» расположена тематическая панель «Рисование». В ней собраны все инструменты для начала двухмерного черчения: *Отрезок*, *Полилиния*, *Круг*, *Дуга* и т.д.

Стоит помнить, что после выполнения каждой команды, необходимо нажимать клавишу **Enter**, причем функционально за эту команду отвечают три клавиши клавиатуры компьютера: непосредственно сами эти клавиши и клавиша пробела (рис. 51).



Рис. 51. Расположение на клавиатуре клавиш для ввода команды Enter

5.1. Создание слоев

В AutoCAD, как и в большинстве программ САПР, для упорядочивания объектов чертежа используются слои. Слои можно представить как полупрозрачные листы кальки, на которых нарисованы объекты, принадлежащие определенной категории. Таким образом, объекты дробятся на смысловые группы (размеры, стены, оси, разные типы линий) для того, чтобы было легко управлять проектом (выдернуть, заморозить, копировать,

экспортировать). Мысленно наложив несколько листов кальки один на другой, получают готовый, законченный чертеж.

Таким образом, прежде чем приступить к выполнению чертежа, первоначально необходимо задать разные типы слоев.

По умолчанию AutoCAD имеет только один слой под названием «0». Нулевой слой нельзя удалить или переименовать. Остальные слои, при необходимости, создает сам пользователь. Для создания нового слоя, надо на панели «Слои» выбрать «Свойства слоя» (рис. 52).

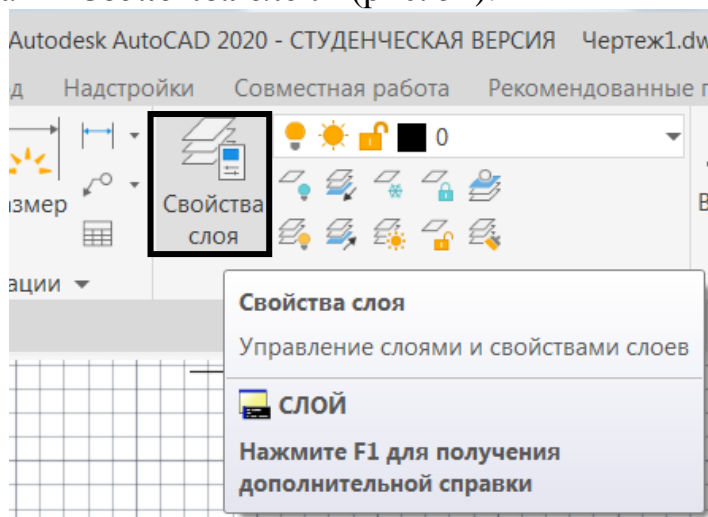


Рис. 52. Свойства слоя

Далее открывается диалоговое окно *Диспетчер свойств слоев* (рис. 53).

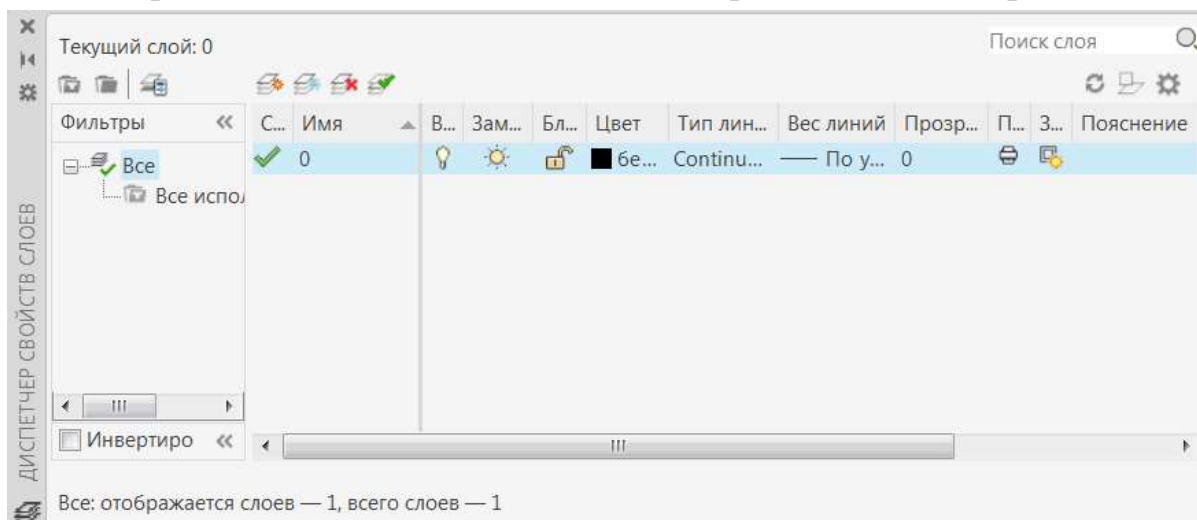


Рис. 53. Диспетчер свойств слоев

Диспетчер свойств слоев содержит перечень всех слоев на чертеже с указанием параметров состояния слоя.

Создать новый слой можно двумя способами: 1) нажать пиктограмму «Создать слой» (рис. 54), 2) выделить существующий слой и нажать клавишу Enter. После этого создается новый слой, но со свойствами предыдущего слоя (рис. 54).

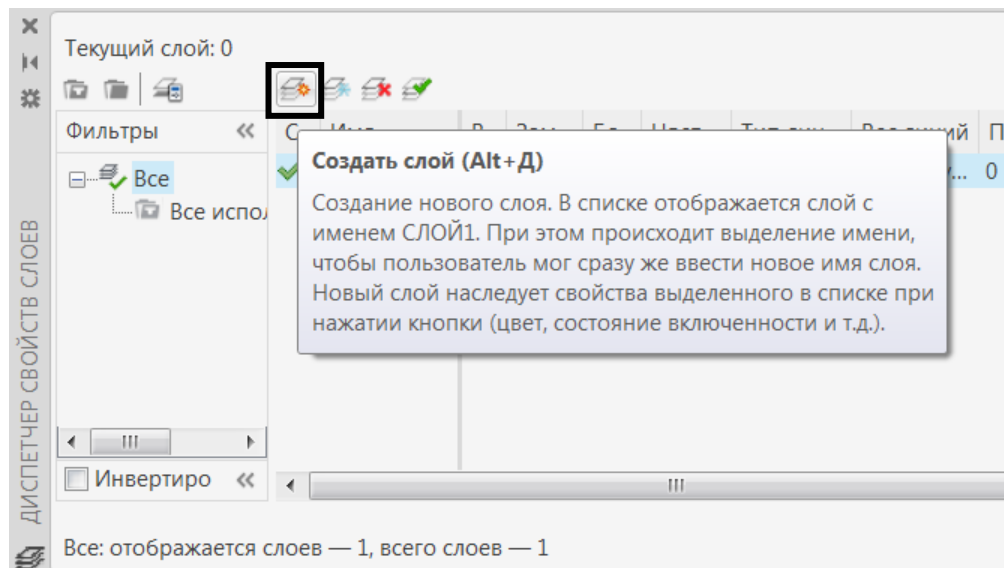


Рис. 54. Создание нового слоя

В этом же окне можно задать следующие параметры слоя (рис. 55):

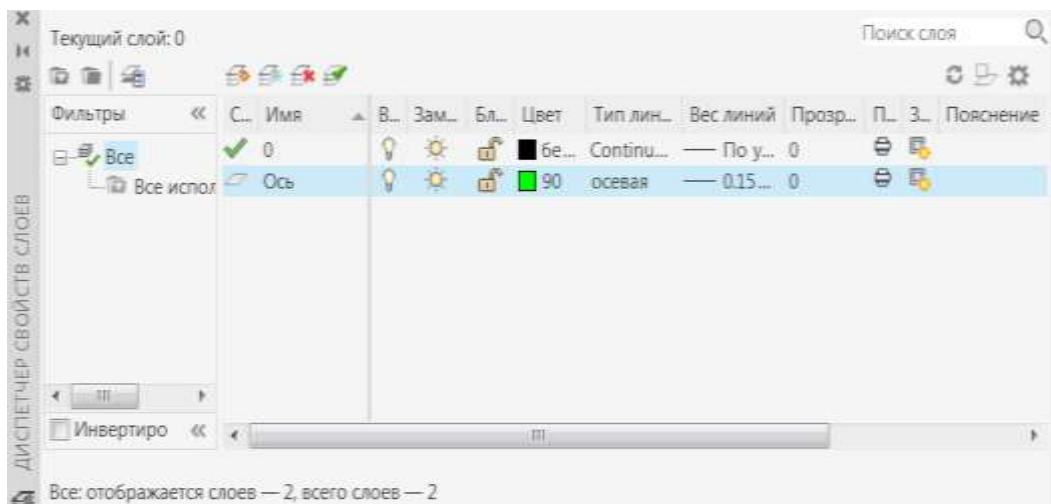


Рис. 55. Задание параметров слоя

Имя. Ввести название, которое будет логически соответствовать содержимому слоя. Например, «Ось».

Вкл/Откл. Делает слой видимым или невидимым в графическом поле.

Заморозить. Эта команда делает объекты невидимыми и не редактируемыми.

Блокировать. Объекты слоя присутствуют на экране, но их нельзя редактировать и выводить на печать.

Цвет. Этот параметр задает цвет, в который окрашены объекты, помещенные на слой.

Тип линий. В этой графе задается тип линий для объектов слоя. Чтобы изменить линию (рис. 56), необходимо раскрыть список «Тип линий» и нажать «Загрузить», затем в появившемся списке выбрать подходящий вариант (в нашем примере это тип «Осевая»). В предыдущем окне *Загруженные типы линий* выбранная линия появится в списке, выделяем ее и нажимаем *OK*.

Вес линий. В этой графе задается толщина линий для объектов слоя.

Прозрачность. С помощью ползунка можно задать в процентах видимость объектов.

Печать. Можно установить разрешение или запрет вывода на печать элементов слоя.

Чтобы сделать слой активным (текущим), необходимо нажать пиктограмму «Установить». Если есть необходимость удалить слой, надо нажать кнопку «Удалить слой».

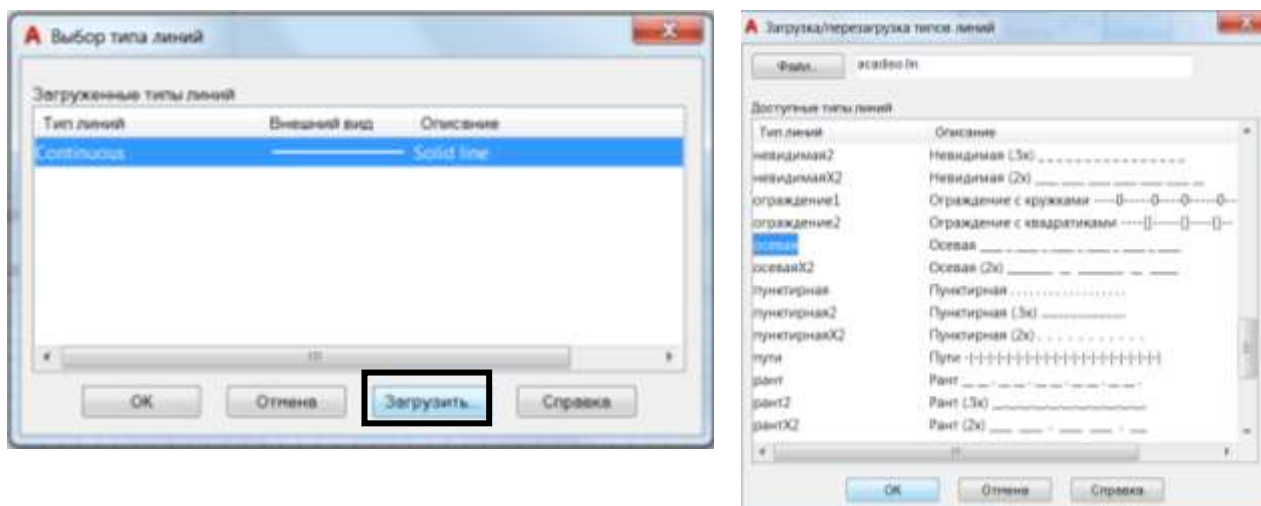


Рис. 56. Задание типа линии слоя

5.2. Создание примитивов

Примитивами в AutoCAD называют простые элементы, из которых состоят сложные объекты, еще их называют инструментами рисования. К ним относятся такие элементы как отрезки, окружности, прямые, дуги и т.д.

Каждый из примитивов обладает собственными свойствами и особенностями построения. Данные элементы находятся на вкладке «Главная» в блоке «Рисование».

Наиболее простым инструментом рисования является отрезок. Используя отрезки, можно начертить и другие предметы, такие как ломаная, замкнутая

либо незамкнутая линия. Каждый предмет будет являться отдельной частью чертежа, и каждый можно редактировать.

Команду «**Отрезок**» можно вызвать разными способами.

Первый способ — ввести в командную строку слово «**Отрезок**».

Второй способ – просто выбрать в блоке «**Рисование**» *Главного* меню команду «**Отрезок**».

После ввода команды «**Отрезок**» любым из перечисленных способов, программа предлагает указать первую точку. Самый простой способ указания точки (если нет надобности привязывать начало отрезка к конкретной координате поля чертежа) – это щелчок левой клавишей мыши в области чертежа. После указания первой точки программа просит указать вторую точку и т.д.

Если есть необходимость указывать координаты первой точки отрезка, то вводят ее координаты либо в командную строку, либо (при включенном режиме *Динамический ввод*) в строке состояния непосредственно в поле под курсором. Следует учитывать, что сначала вводят значение координаты по оси *X*, затем – по оси *Y*. Причем, переход от координаты *X* к *Y* осуществляется нажатием кнопки клавиатуры компьютера «**,**». Если нажать «**.**», то будет задаваться десятая доля значения числа координаты, например, 0,5 и т.п. После ввода первой координаты точки, необходимо нажать клавишу **Enter**. Например, вводим координаты первой точки отрезка (0,0), что показано на рис. 57. Далее программа предложит ввести координаты следующей точки отрезка. Вводим координаты (10,5, 5). Соответственно, отрезок будем вычерчивать от начала координат до точки с координатой по оси *X* = 10,5 мм, а по оси *Y* = 5 мм.

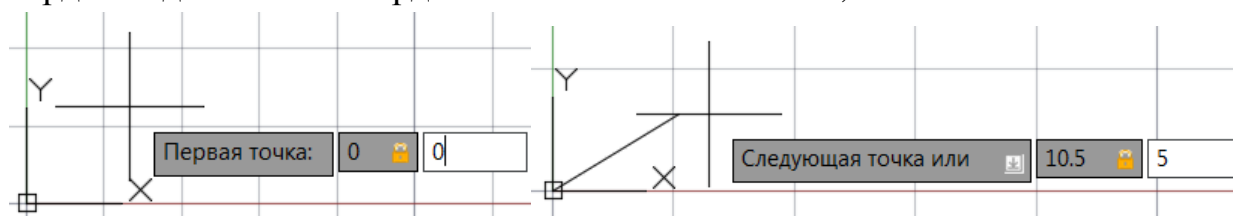


Рис. 57. Ввод координат точек отрезка

Инструмент «**Полилиния**» поможет рисовать замкнутые и незамкнутые линии, комбинируя прямые отрезки и дугообразные элементы. Можно задавать координаты последующих точек полилинии, можно длину отрезков полилинии.

Если необходимо нарисовать **Круг**, то после нажатия на соответствующую команду, в списке, который появится после нажатия, можно выбрать способ построения круга – применяя радиус и диаметр, крайние точки и касательные и т.д. (рис. 58). Так же изображают эллипсы и дуговые отрезки.

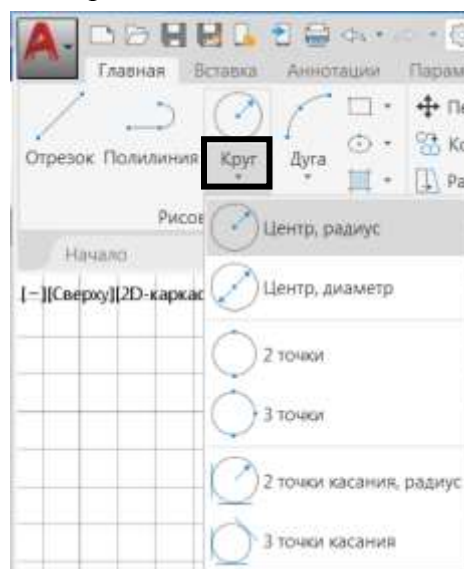


Рис. 58. Команда «Круг»

Для изображения **Прямоугольника**, после выбора одноименной команды в блоке *Рисование*, программа запросит координаты первой точки. Затем можно ввести размеры прямоугольника, учитывая, что сначала вводят размеры по оси *X*, затем – по оси *Y*. Например, чтобы построить прямоугольник размерами 100x50 с первой точкой угла фигуры с координатами (20,40), необходимо указать координаты точки первого угла (20,40), второго угла – (100,50), что показано на рис. 59. Таким образом, программа начертит прямоугольник с указанными размерами.

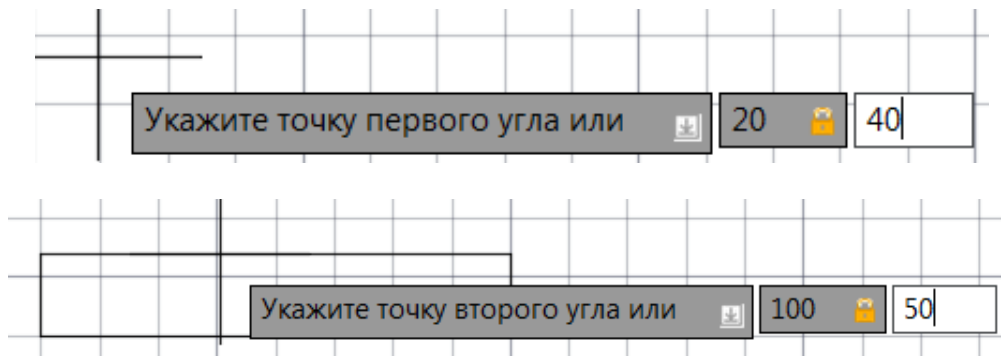
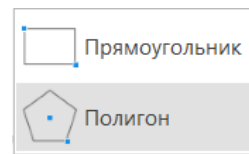


Рис. 59. Построение прямоугольника

Для изображения многоугольника, надо выбрать команду **Полигон**. Затем выбрать число сторон многоугольника, указать центр фигуры, нажав на соответствующее место на рабочем экране или задав координаты центра, после этого выбрать тип фигуры (*Вписанный в окружность* или *Описанный вокруг окружности*), задать числовое значение радиуса окружности. После всех этих этапов построения, необходимо нажать клавишу *Enter*.



В AutoCAD можно заштриховать любую замкнутую область определенным узором. Необходимо помнить, в России графические обозначения материалов (штриховка) в сечениях и разрезах регламентируются ГОСТ 2.306 - 68.

Для создания штриховки надо выбрать команду **Штриховка** во вкладке *Рисование* (рис. 60).

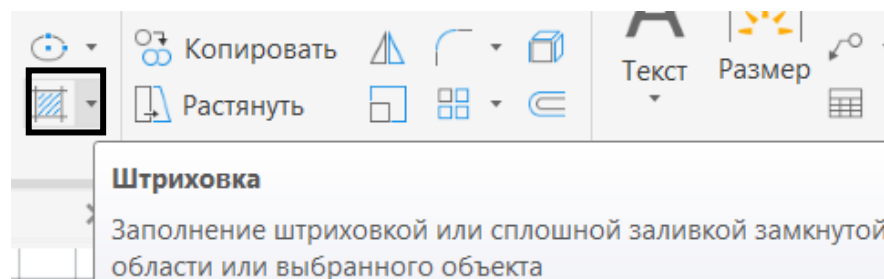


Рис. 60. Команда штриховка

Затем задают параметры штриховки — это тип, образец, прозрачность, цвет и т.д. Делается это на появившейся временной контекстно-зависимой вкладке «Создание штриховки». Чтобы заштриховать какую-либо область, необходимо щелкнуть внутри нее мышью, и она будет заштрихована (рис. 61).

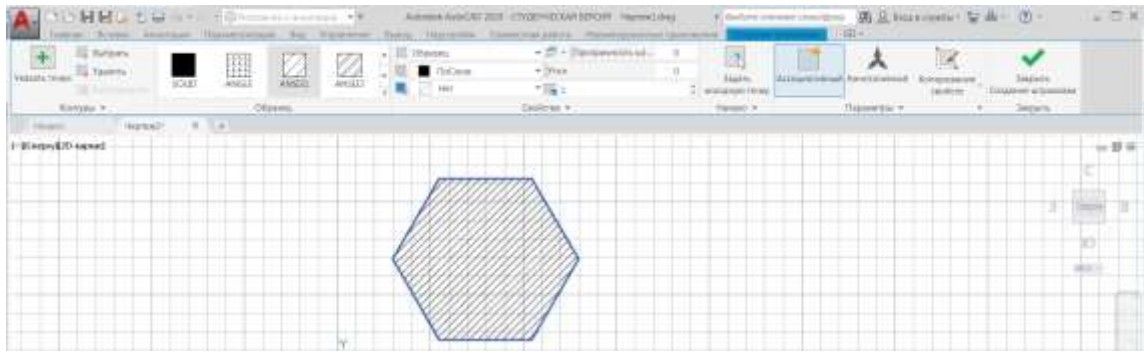


Рис. 61. Создание штриховки

Создание **Сплайнов** (рис. 62) – это построение гладкой кривой, проходящей через указанные точки или вблизи набора определяющих точек, а также определяемой вершинами в допуске формы и расположения.

По умолчанию *определяющие точки* совпадают со сплайном, а *управляющие вершины* определяют форму и расположение. Формы и расположения обеспечивают удобный способ для изменения формы сплайна.

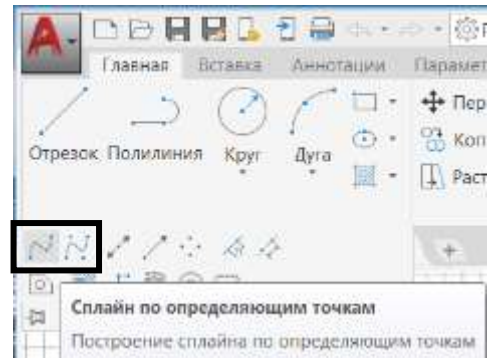


Рис. 62. Команда сплайн

Дополнительные сегменты сплайна (рис. 63) создаются до тех пор, пока не будет нажата клавиша Enter.

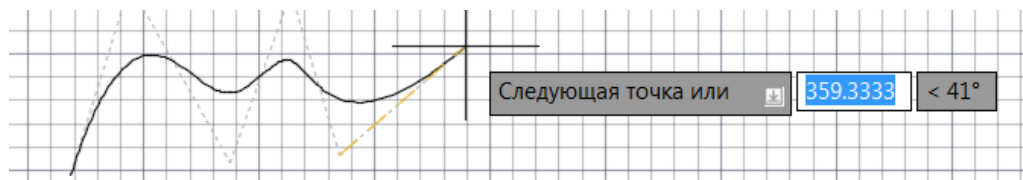


Рис. 63. Создание сплайна

Данная команда удобна для создания топографических поверхностей.

Так же в блоке *Рисование* имеются команды:

Прямая – для построения вспомогательной бесконечной прямой линии;

Луч – для построения линейного объекта, начинающегося в точке и бесконечного в одном направлении;

Точка – для создания объектов-точек;

Поделит – для создания вдоль длины или периметра объекта точек или блоков, размещенных на равном расстоянии друг от друга;

Разметит – для создания объектов точек или блоков по длине или по периметру объекта с расположением их на расстоянии измеренных интервалов;

Область – для преобразования объектов, ограничивающих область, в объект 2D-области;

Маскировка – для создания маскирующего объекта и управление отображением рамок маскировки на чертеже;

3D полилиния - для создания 3D полилинии;

Спираль – для создания 2D или 3D спирали;

Кольцо – для создания закрашенного круга или широкого кольца;

Пометочное облако (Прямоугольное, Многоугольное, От руки) – для создания или изменения пометочного облака.

5.3. Редактирование примитивов

Для того чтобы создавать более сложные графические объекты, необходимо уметь редактировать плоские объекты.

Редактирование объектов предусматривает возможность удаления, копирования, перемещения объектов, изменения их свойств таких, как цвет, вес линий, тип линий и др. Над объектами можно выполнять операции удлинения, обрезания, зеркального отражения, поворота на заданный угол и т.д.

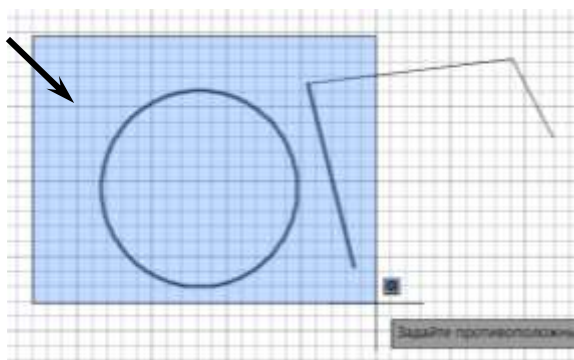
Для изменения геометрического объекта, его необходимо выделить. Существуют следующие **способы выделения/выбора**:

1. щелчком левой клавишей мыши, путем наведения курсора на объект;
2. методом секущей рамки.

Причем, выделяя объекты секущей рамкой (рамка появляется если кликнуть в пустое место на экране и потянуть по диагонали), необходимо учитывать, что цвет рамки зависит от того, в каком направлении двигается курсор.

Если растягивать рамку из левого верхнего угла в правый нижний, то цвет рамки будет *синий*. Это означает, что будут выбраны все элементы, которые попадают в рамку полностью (рис. 64а). Если растягивать рамку наоборот, из правого-нижнего в левый-верхний угол, то цвет рамки будет *зеленый*. Это значит, что выбранными будут элементы, которые даже частично касаются рамки (рис. 64б).

а)



б)

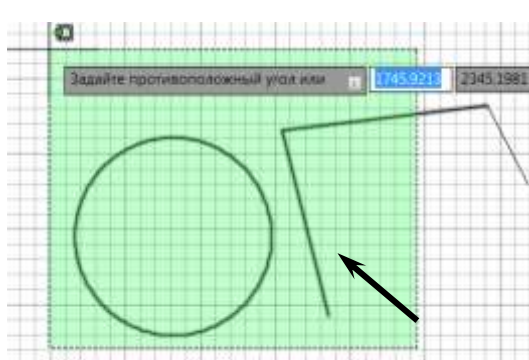


Рис. 64. Выделение объектов секущей рамкой

Выделенные объекты подсвечиваются синим цветом (рис. 65) и на них появляются «ручки»-привязки (середина, центр, конечные точки и т.д.).

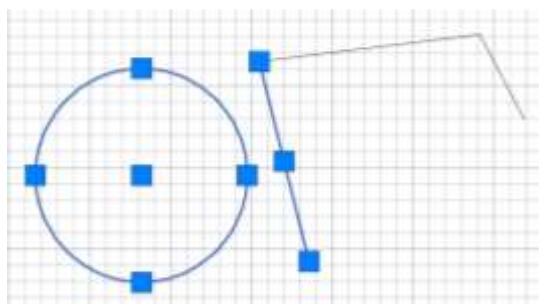


Рис. 65. Выделенные геометрические объекты

При редактировании объектов программа запрашивает, так называемую, **Базовую точку**. *Базовой* называется точка, определенная на объекте и применяемая для его вставки. При изменении объекта (копировании/перемещении/повороте и т.д.) базовая точка совмещается с точкой вставки и объект занимает место относительно точки вставки.

В блоке **Редактирование** в AutoCAD существуют следующие команды:

Перенести – позволяет переместить объекты, расположив их на определенном расстоянии и в определенном направлении от исходных объектов;

Копировать – позволяет копирование объектов на заданное расстояние в указанном направлении;

Повернуть – позволяет поворачивать объект вокруг базовой точки;

Обрезать/Удлинить – производит обрезку объектов в соответствии с кромками других объектов. Например, для удаления ненужных элементов геометрического объекта (рис. 66), необходимо выбрать команду **Обрезать**, затем выделить элементы, являющиеся границей обрезки (в данном случае, шестиугольник), затем элементы, которые необходимо в выбранных пределах удалить (левый прямоугольник вне шестиугольника, а правый – внутри шестиугольника).

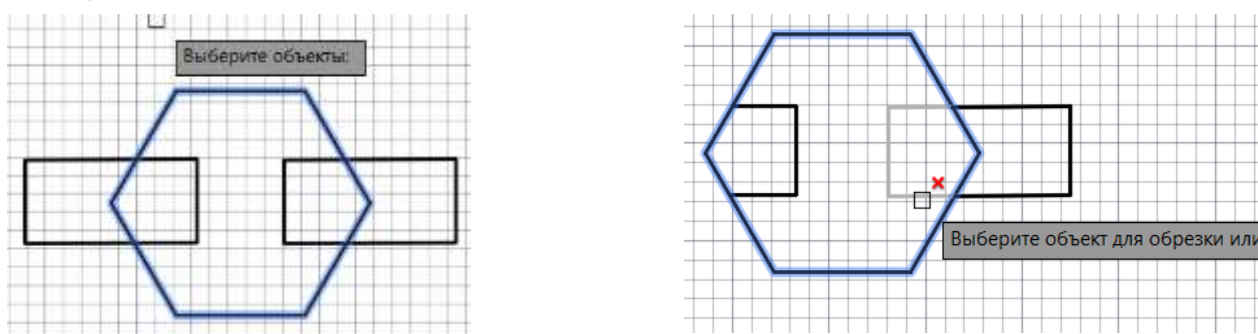


Рис. 66. Обрезание геометрических объектов

Порядок действий при вызове команды **Удлинить** аналогичный команде **Обрезание**. Однако, при удлинении, необходимо учитывать, что выбранный элемент удлиняется только по прямой линии в пределах выбранной границы удлинения (рис. 67).

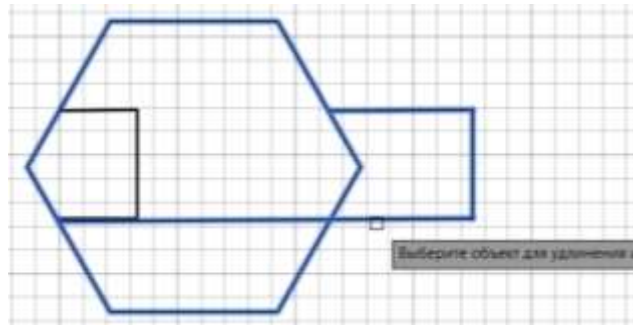


Рис. 67. Удлинение геометрических объектов

Стереть – позволяет удалить объекты из чертежа;

Отразить зеркально – позволяет создавать зеркальную копию выбранных объектов, т.е. симметричных относительно друг друга. Зеркальное отображение объектов производится относительно оси отражения (рис. 68). Ось отражения задается двумя точками. Можно выбрать удаление или сохранение исходных объектов.

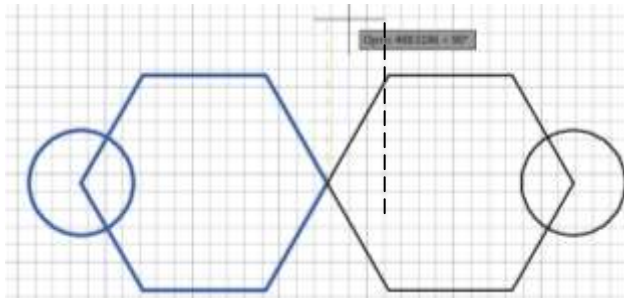


Рис. 68. Зеркальное отражение геометрических объектов

Сопряжение/Фаска – команда позволяет выполнить скругление и сопряжение кромок двух объектов. Для выполнения этой команды, необходимо после выбора команды *Сопряжение*, щелкнуть правой клавишей мыши, выбирать из предлагаемого списка выпадающего окна *Радиус* и задать его значение с клавиатуры (рис.69). На запрос выбирают первый и второй объекты (стороны прямоугольника). Программа автоматически показывает, как будет выглядеть фигура после внесения изменений. Для завершения команды, нажимают Enter.

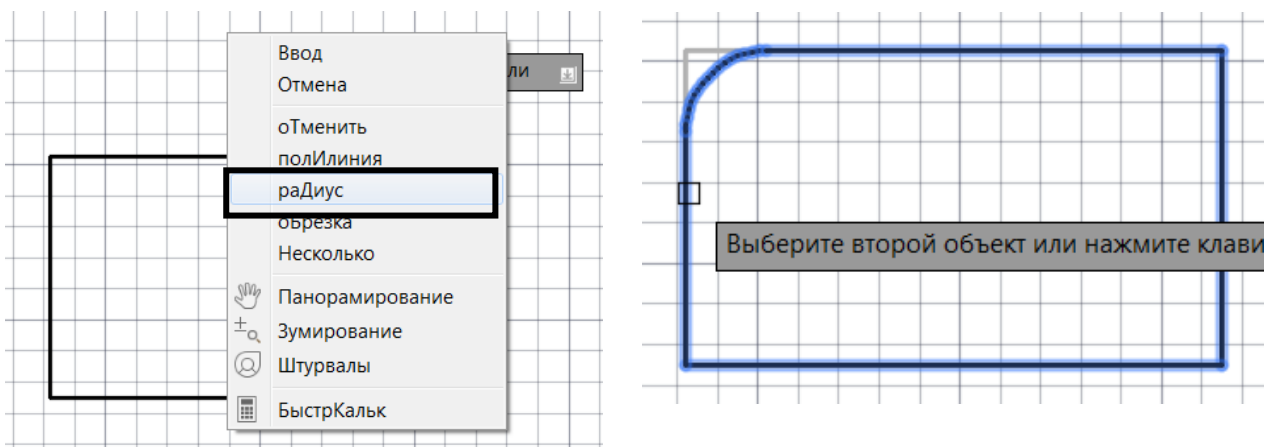


Рис. 69. Создание сопряжения

Иногда бывает необходимость выполнить сопряжения всех углов фигуры одинаковым радиусом. В этом случае можно эту процедуру не проделывать попеременно с каждым углом, достаточно после ввода параметра радиуса сопряжения, снова нажать правую клавишу мыши и выбрать *ПолИлиния*. Сопряжение всех углов будет выполнено одновременно.

Команда *Фаска* служит для скоса кромки детали. Для ее создания действуют по тому же принципу, что и при построении сопряжения: щелкнув правой клавишей мыши (рис. 70), выбирают *Длина*, и задают первую длину фаски, затем - вторую длину фаски. Выбирают первый отрезок, и, далее, второй (необходимо иметь в виду, что срез пойдет соответственно заданным первой и второй длинам фаски). Так же можно задать для создания фаски *Угол*. Аналогично сопряжениям, можно построить фаски всех углов фигуры с помощью *ПолИлинии*.

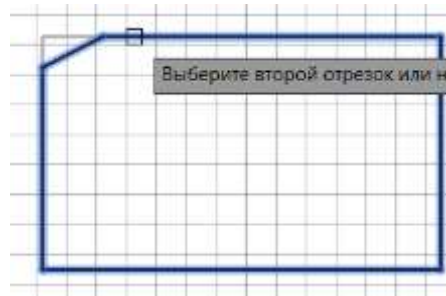


Рис. 70. Создание фаски

Массив – команда позволяет равномерно распределить объекты вдоль заданной траектории. Существуют *Прямоугольный*, *Круговой* и *Массив по траектории*.

Предположим, необходимо построить прямоугольный массив 5x3, состоящий из окружностей. Для этого вычерчивают исходный элемент, например, окружность. Выбирают команду *Прямоугольный массив*. Выделяют заданную окружность и задают количество столбцов (5), количество строк (3), а так же необходимое расстояние между столбцами – 30, расстояние между строками – 250. Так же можно задать базовую точку элемента, и, при необходимости, редактировать элемент, изменить вид массива и т.д. (рис. 71).

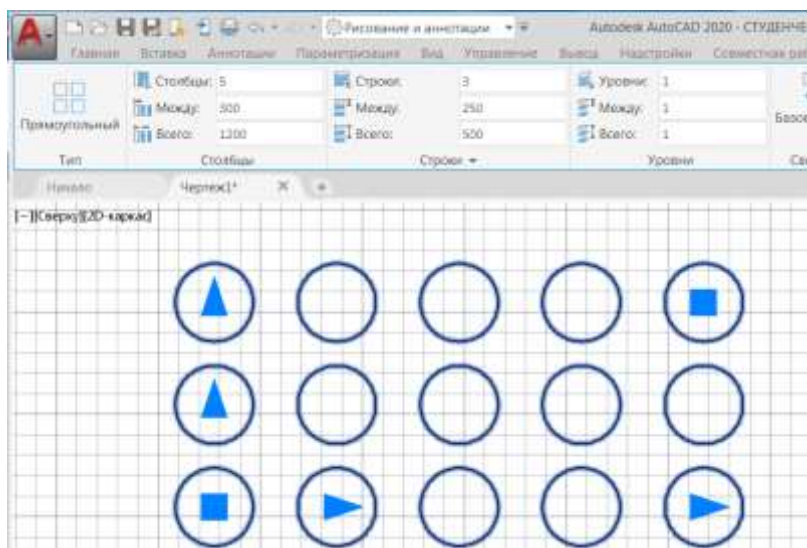


Рис. 71. Создание прямоугольного массива

По аналогии строят другие массивы.

Смещение - команда позволяет выполнить смещение объекта на заданное расстояние или через определенную точку. Например, для создания нескольких параллельных шестиугольников (рис. 72), расположенных друг от друга на расстоянии 50мм, выбирают геометрический объект для смещения (в данном

случае, шестиугольник), задают расстояние смещения объекта (50) и указывают направление смещения (внутри или наружу выбранного исходного объекта).

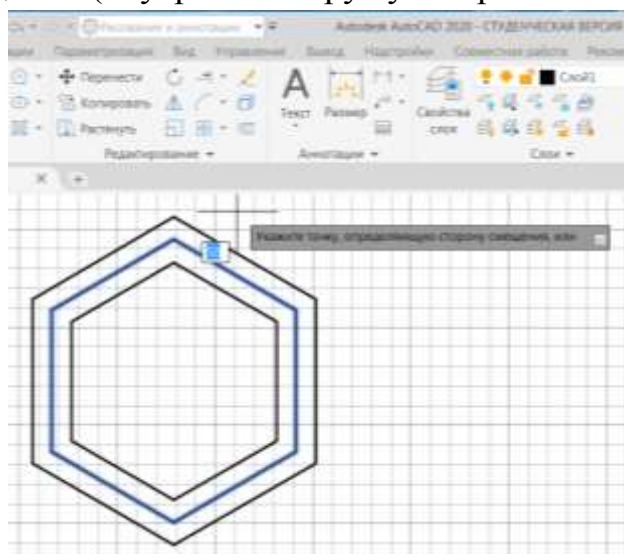


Рис. 72. Создание смещения

5.4. Текстовый редактор

За внешний вид текста в системе AutoCAD отвечают **Текстовые стили**. В **Стиле текста** в программе определены такие параметры шрифта, как имя и начертание шрифта, угол наклона букв, степень сжатия/растяжения букв и др.

По умолчанию текущим текстовым стилем является стиль «*Standard*». Чтобы сменить его, необходимо во вкладке **Аннотации** в области команд **Текст** нажать на дополнительную стрелку, расположенную слева внизу области - «**Стиль текста**» (рис. 73).

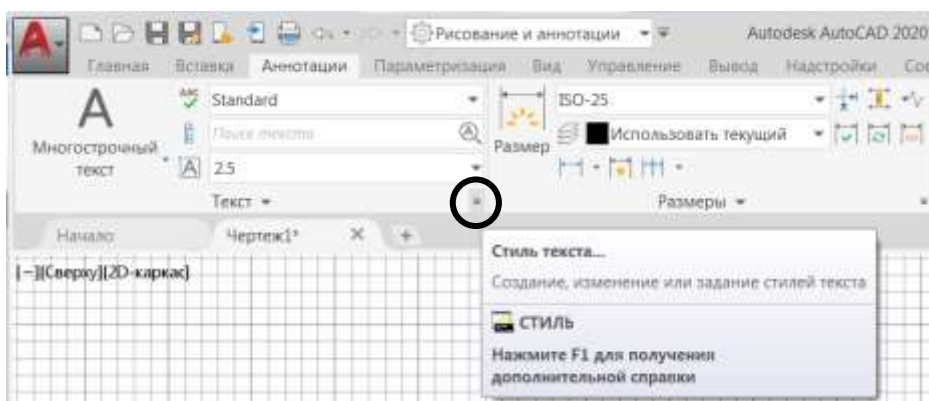


Рис. 73. Текстовый редактор

Далее в диалоговом окне можно изменить все параметры шрифта, а так же задать ему новое имя (рис. 74).

Собственные векторные шрифты AutoCAD в предлагаемом программой списке оканчиваются на . shx, а Windows-шрифты (шрифты типа *True Type* и т.п.) выделены sdвоенной буквой Т в начале.

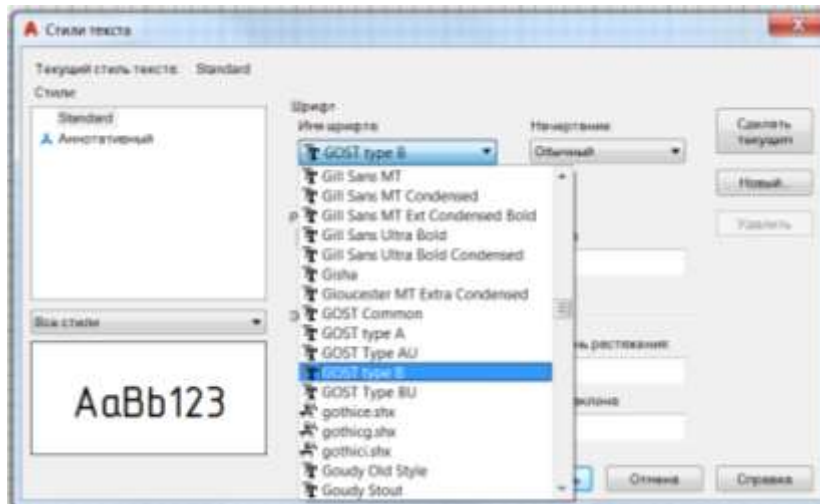


Рис. 74. Настройка параметров стиля текста

Можно задать высоту шрифта, например, 3,5. Затем, при вводе текста AutoCAD уже не будет просить задать его высоту. Если же указать в поле «Высота» значение 0, то сохранится возможность каждый раз при вводе текста задавать его высоту.

Степень растяжения текста отвечает за сжатие и растяжение символов в тексте. По умолчанию этот параметр равен 1, что соответствует стандартному виду шрифта.

Угол наклона символов текста. Значение угла наклона текста может лежать в диапазоне от -85 до 85 градусов. По умолчанию он равен 0. Соответственно, положительные значения будут приводить к наклону букв вправо, а отрицательные - к наклону влево.

После редактирования шрифта, необходимо нажать на кнопку «Сделать текущим», чтобы созданный стиль стал стилем по умолчанию. Затем нажать на кнопку «Применить», чтобы применить все настроенные параметры к созданному стилю AutoCAD (рис. 75).

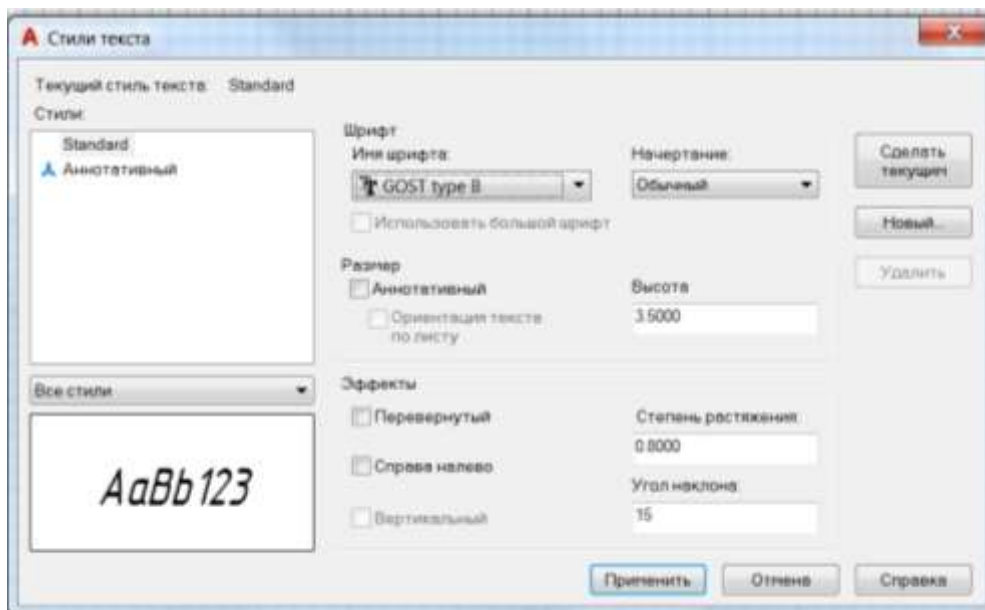


Рис. 75. Настройка параметров стиля шрифта

В системе AutoCAD предусмотрено два вида текста — **Однострочный** и **Многострочный**.

Это два разных объекта и каждый из них предусматривает использование разных команд.

Для написания текста в одну строку, необходимо во вкладке **Аннотации** выбрать тип текста **Однострочный**. Если не настроен тип шрифта (см. указания выше по настройке нового стиля шрифта), то в **Командной строке** программа будет запрашивать: название стиля, высоту текста, размер шрифта и т.д. Если же установлен новый стиль шрифта, то можно сразу вписывать текст после указания точки вставки. По умолчанию вводимый текст будет располагаться справа от этой точки. Точку можно указать, задав координаты или просто указав левой клавишей мыши в графическом поле чертежа. Далее будет предложено ввести сам текст, при этом появится мигающий курсор. Затем можно ввести любой текст.

Чтобы создать еще одну строку с текстом, надо нажать Enter, что позволит перейти на следующую строку.

Чтобы закончить написание текста, необходимо еще раз нажать Enter.

При создании нескольких строк с помощью однострочного текста каждая строка текста является независимым объектом, который можно переносить и форматировать.

В этом и заключается разница однострочного текста от многострочного, в котором весь текст, из скольких бы строк он ни состоял, воспринимается и обрабатывается, как один объект.

Строки однострочного текста не обязательно должны располагаться друг под другом. Можно их создавать в разных местах чертежа. Для этого после окончания ввода одной строки вместо нажатия Enter надо щелкнуть левой клавишей мыши в том месте, где следует создать другую однострочную надпись.

Чтобы отредактировать однострочный текст надо произвести двойной щелчок левой клавишей мыши по самому тексту. После этого, текст станет выделенным и будет активен для редактирования.

Если необходимо вписать в текст какой-либо символ, то это можно сделать одним из следующих способов:

✓ щелкнуть правой клавишей мыши в контекстном текстовом редакторе и выбрать пункт **«Обозначение»** (рис. 76);

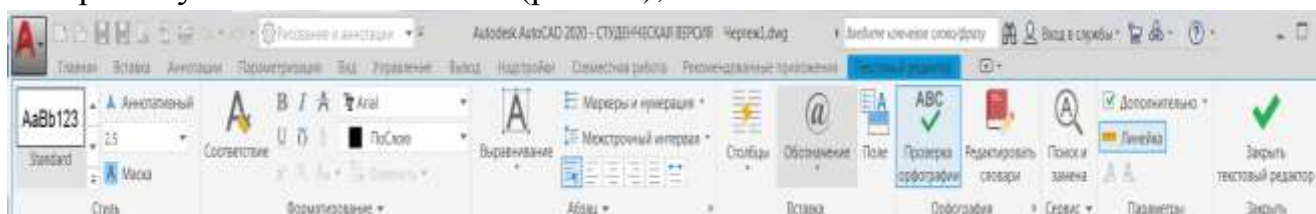


Рис. 76. Обозначения в текстовом редакторе

✓ на развернутой панели **«Форматирование текста»** нажать **«Обозначение»**;

✓ скопировать и вставить символ из окна **«Таблица символов»**;

✓ ввести управляющий код или строку Юникод.

При необходимости можно задать количество столбцов текста, задать выравнивание текста и т.д., т.е. управлять текстом по аналогии с Word.

5.5. Создание таблиц

Создание таблиц в AutoCAD – обязательный этап оформления проекта. Действительно, основная надпись, которая должна выполняться в соответствии с ГОСТ 2.104-68 и должна присутствовать на каждом чертеже, так же является таблицей.

Для этого выбирают во вкладке *Аннотации* тематическую панель **Таблицы**. В выпадающем диалоговом окне *Вставка таблицы* можно задать количество строк, столбцов, их размеры, выравнивание, стиль заголовка таблицы и ряд других параметров (рис. 77).

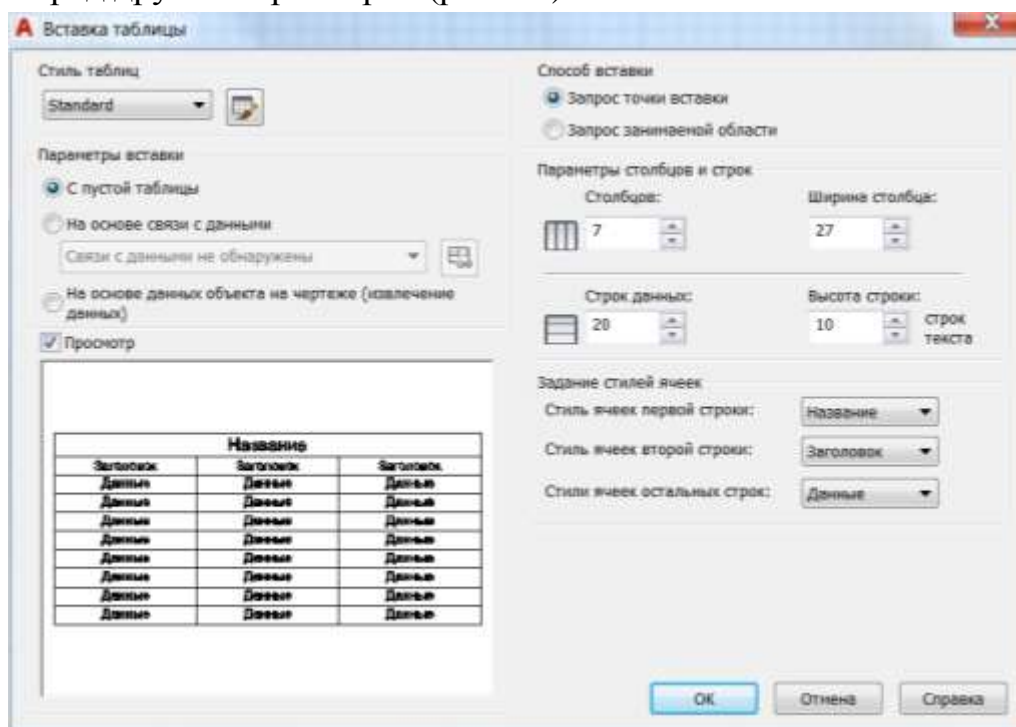


Рис. 77. Диалоговое окно вставки таблицы

Вставить таблицу в поле чертежа можно двумя способами: графически (указать мышью точку вставки в рабочей области) или с помощью указания точных координат X,Y через командную строку или динамический ввод.

Более того, AutoCAD позволяет в любой момент, в любом месте добавить или удалить строку или столбец; объединить или разбить ячейки; изменить те или иные параметры таблицы. Кроме того, есть специальные настройки, позволяющие удобно работать с длинными таблицами — например, такие таблицы можно «разорвать» на несколько. Также таблицы в AutoCAD позволяют осуществить импорт данных из Excel, посредством установления связи и, таким образом, использовать данные, подготовленные мощным и удобным табличным процессором (рис. 78).

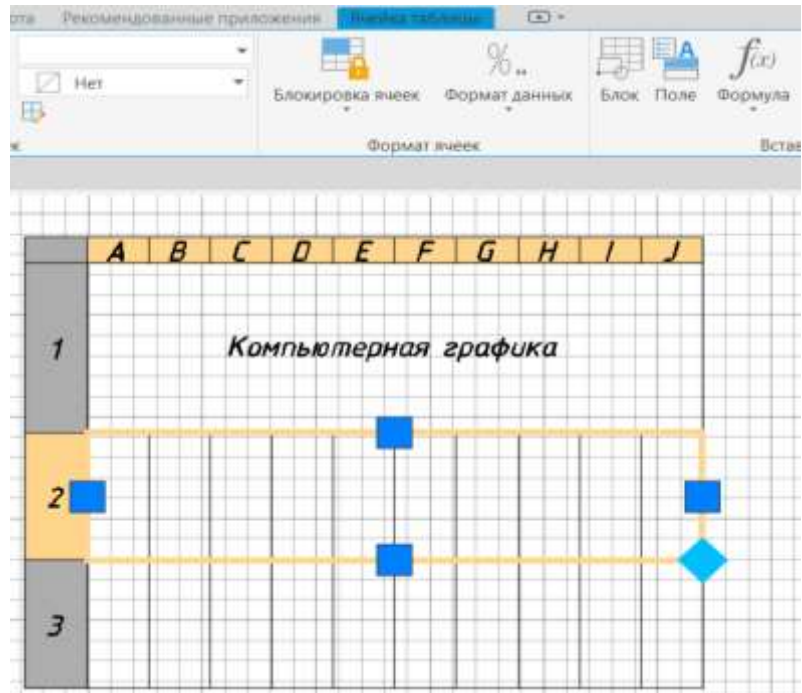


Рис. 78. Редактирование таблицы

5.6. Нанесение размеров

По умолчанию в AutoCAD доступен один размерный стиль *Стандартный* (Standart ISO-24), но он не соответствует требованиям ГОСТ. Если Вы вычерчиваете профессиональный чертеж, то необходимо уметь создавать и редактировать размерные стили в AutoCAD, чтобы чертеж соответствовал требованиям стандартов.

Размерный стиль отвечает за внешнее отображение размеров на чертеже в AutoCAD.

Например, создадим размерный стиль *Строительный*. Для этого, во вкладке *Аннотации* находим тематическую панель *Размеры* и нажимаем на дополнительную стрелку, расположенную слева внизу области «Размеры» (рис. 79).

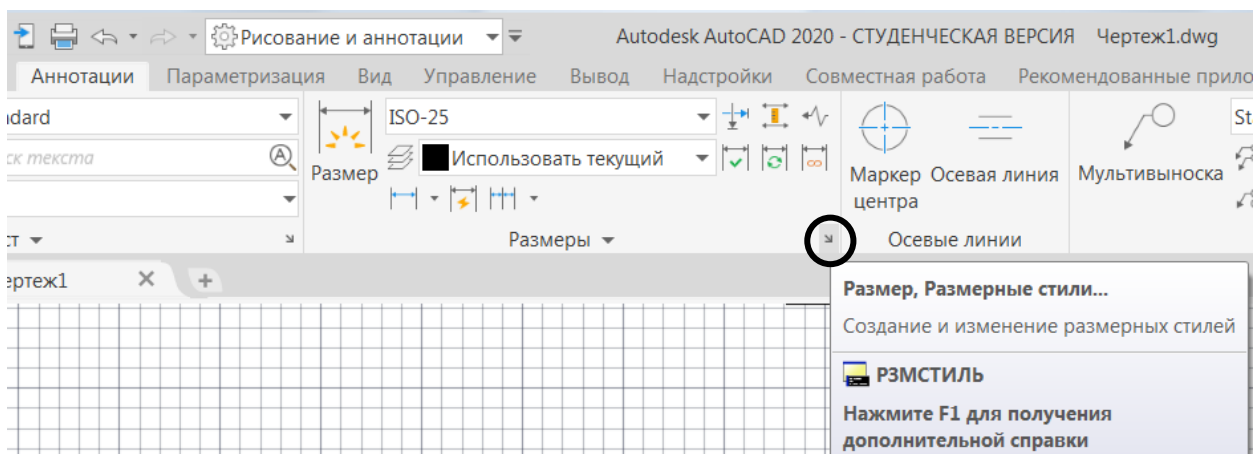


Рис. 79. Размерный стили

Открывается диалоговое окно *Диспетчер размерных стилей* (рис. 80), где нажав на кнопку *Редактировать*, можно создать свой стиль простановки размеров на чертеже.

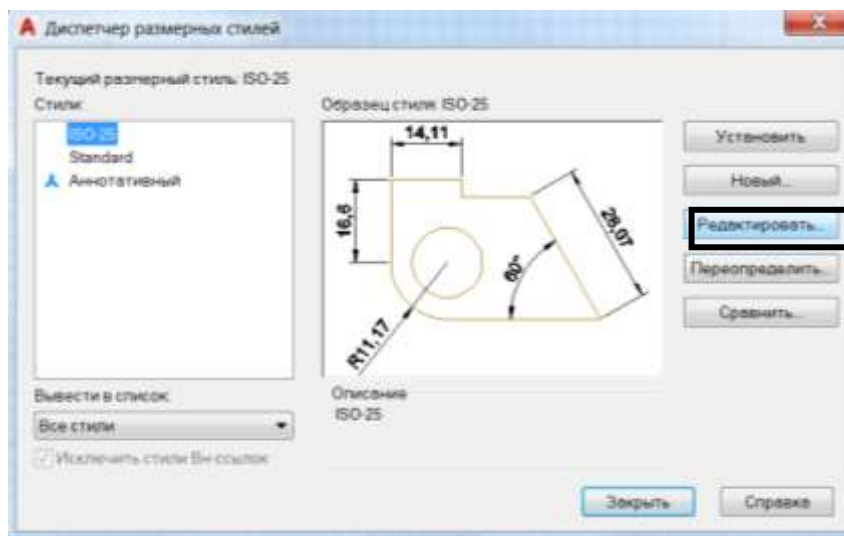


Рис. 80. Диспетчер размерных стилей

Настроек размеров в этом окне очень много, но все они сгруппированы по вкладкам, что облегчает их настройки (рис. 81).

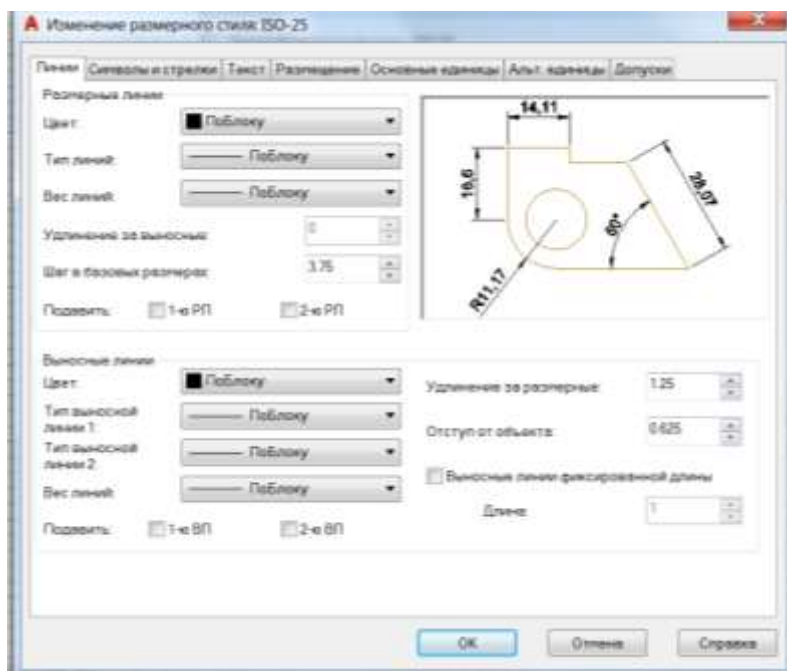


Рис. 81. Настройка размерных стилей

После редактирования размерных стилей, можно проставлять непосредственно сами размеры элементов чертежа. Типы простановки размеров представлены в большом количестве нга панели *Размеры* (рис. 82). При наведении курсора на конечные точки объекта или сам объект, программа автоматически отображает подходящий тип размера.

Если два размера пересекаются можно применить инструмент «Разорвать». Последовательность действий следующая: вызвать команду, затем выделить Блоки — это сложные элементы чертежа в AutoCAD, которые представляют собой группы различных объектов с заданными свойствами. Их удобно применять при большом количестве повторяющихся объектов или в тех случаях, когда рисование новых объектов нецелесообразно. Выделить размер, который необходимо разорвать и нажать Enter (рис. 83).

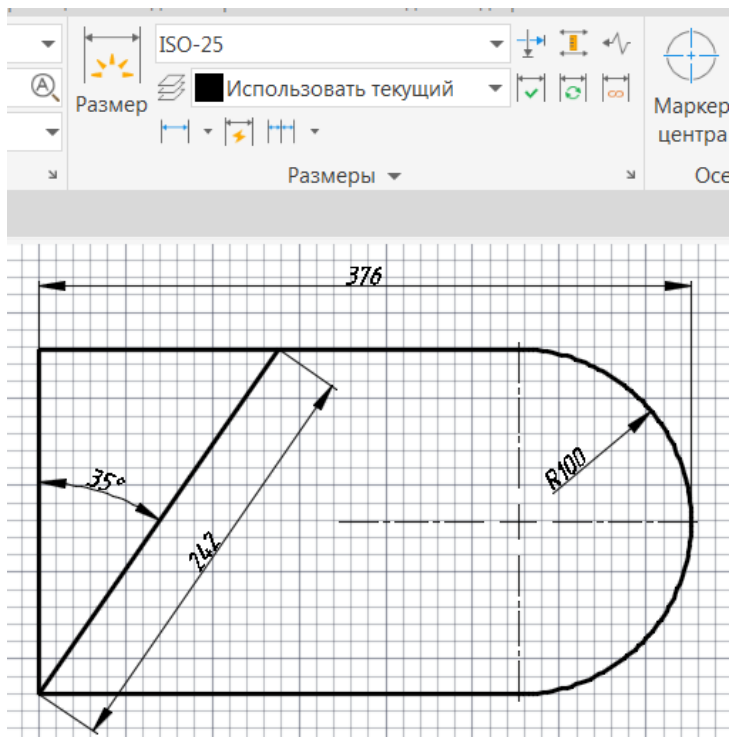


Рис. 82. Простановка размеров

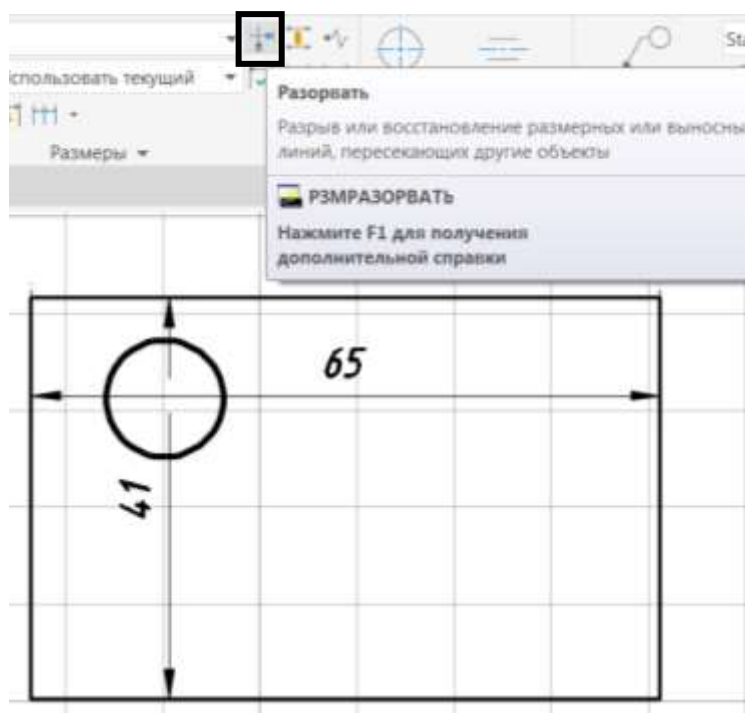


Рис. 83. Команда Разорвать

5.7. Измерение площадей

Знать площадь фигуры в AutoCAD на разных этапах работы является необходимым условием создания проекта.

Существуют три основных способа расчета площади в AutoCAD:

1. Палитра *Свойства*;
2. Панель *Быстрые свойства*;
3. Команда *Площадь*.

1 способ является самым простым. В этом случае необходимо воспользоваться палитрой *Свойства*. Для этого необходимо выделить замкнутую фигуру, щелкнуть правой клавишей мыши и в диалоговом окне выбрать строку *Свойства*. В новом выпадающем окне в разделе Геометрия можно увидеть графу *Площадь* (рис. 84).

Помимо площади в этом окне можно проверить, либо внести изменения, во все параметры выбранного геометрического объекта.

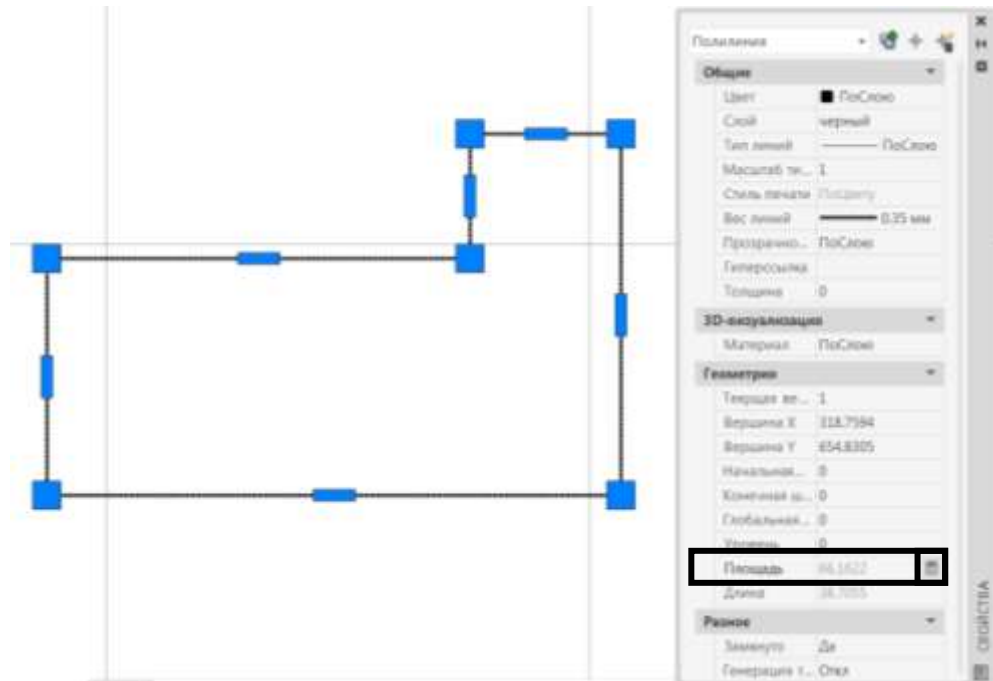


Рис. 84. Окно Свойства

Однако, значения отображаются в $мм^2$ и это не всегда удобно. Для того чтобы перевести их в привычные для $м^2$, можно воспользоваться быстрым калькулятором, который находится правее в строке *Площадь* окна *Свойства* (рис. 84).

В появившемся окне *БыстрКальк* (рис. 85) следует изменить некоторые параметры в списке «*Преобразование единиц*». Нужно установить «*Тип единиц*», выбрав из предлагаемого списка вариантов «*Площадь*», затем изменить значение поля «*Преобразовать из*» на «*Квадратные миллиметры*», а так же значение поля «*Преобразовать в*» на «*Квадратные метры*».

При таком подходе преобразование единиц площади из $мм^2$ в $м^2$ выполняется автоматически.

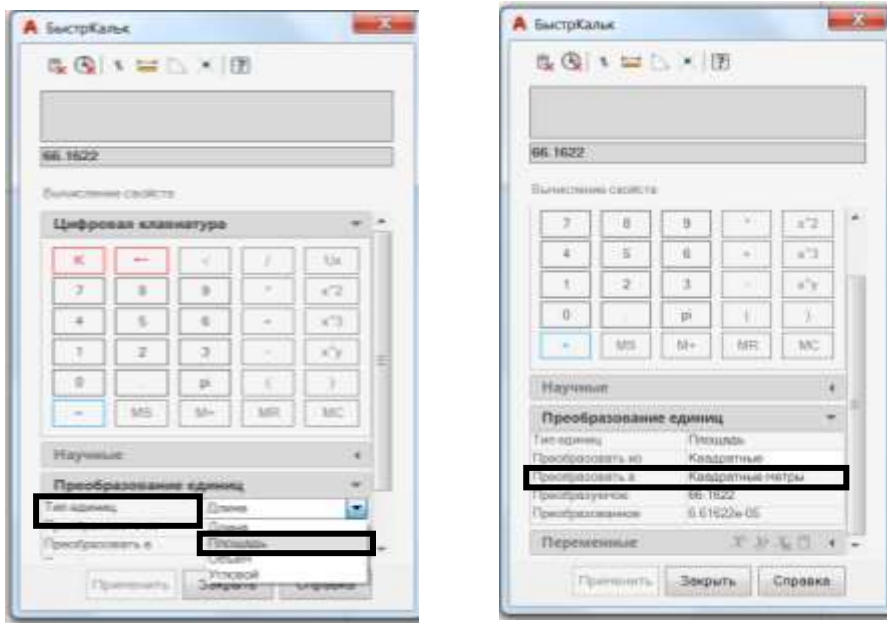


Рис. 85. Окно БыстрКальк

2-ой способ ничем не отличается от первого: выделяют геометрическую фигуру и выбирают строку **Быстрые свойства** (рис. 86).

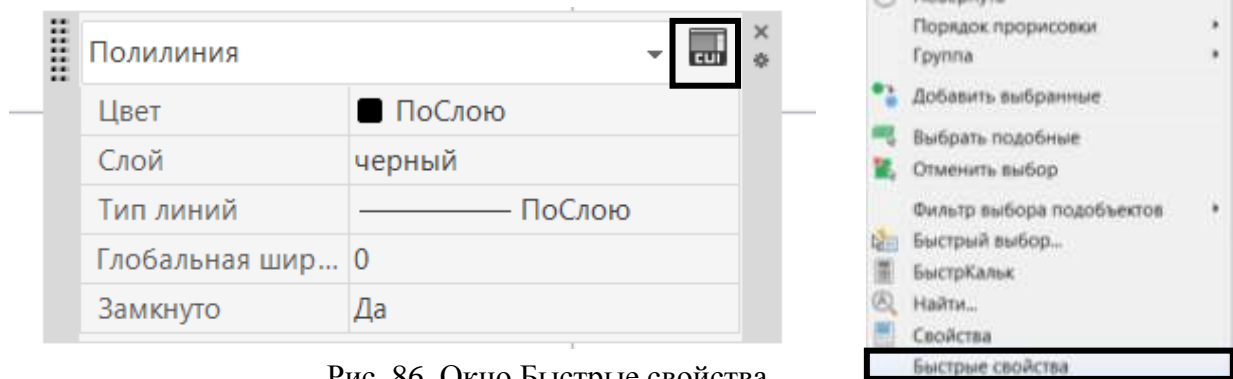


Рис. 86. Окно Быстрые свойства

В появившемся окне значения площади нет. Чтобы в данном окне отображалась площадь фигуры (или другие дополнительные параметры), необходимо сделать некоторые настройки окна. Для этого надо нажать на кнопку *Адаптация*, которая находится в верхнем правом углу окна *Быстрые свойства* (рис. 86).

Затем следует поставить галочку возле параметра *Площадь* (рис. 87). Можно поставить галочки и возле других параметров, которые необходимы.

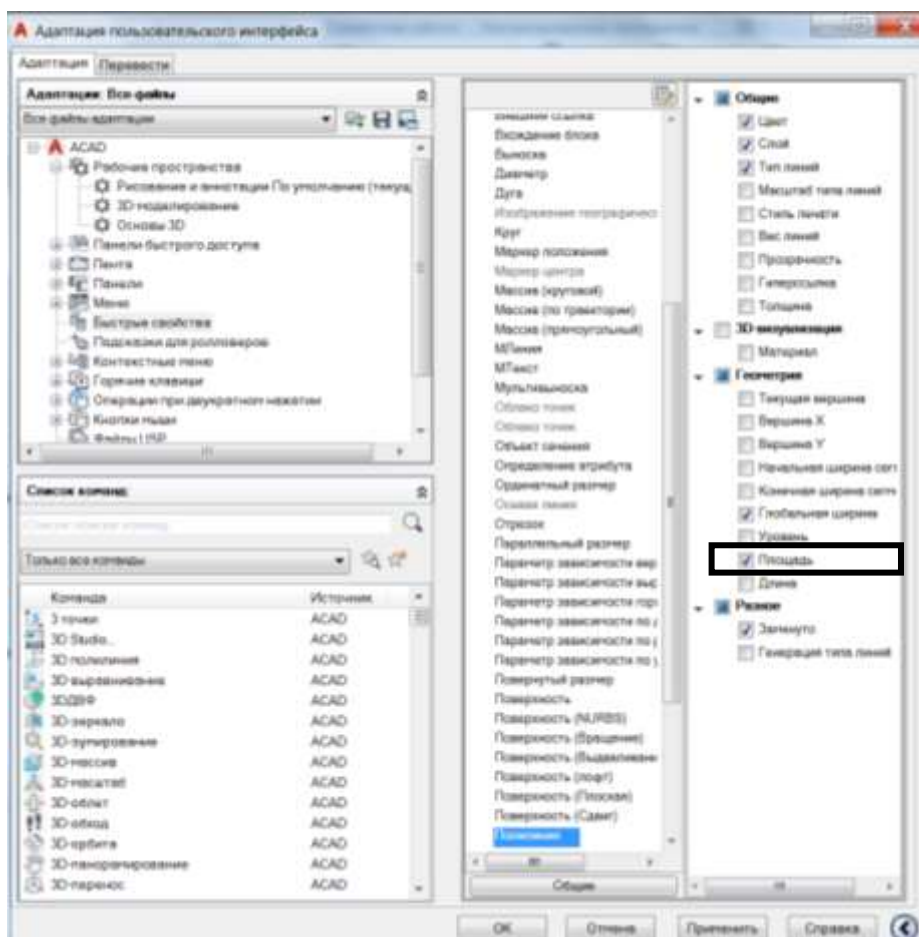


Рис. 87. Окно Адаптация

Теперь если выделить геометрический объект, появляется уже отредактированное окно *Быстрые свойства*, в котором имеется значение *Площадь* фигуры (рис. 88).

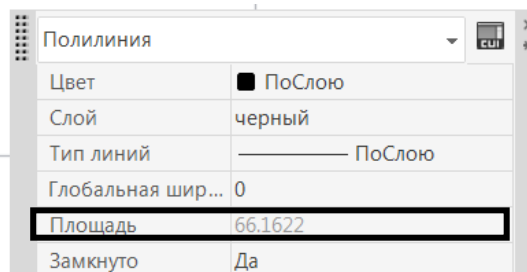


Рис. 88. Окно Быстрые свойства со значением площади

Данная настройка будет производиться автоматически, поэтому не стоит беспокоиться, что придется это делать каждый раз для разных объектов.

3-ий способ – непосредственно команда *Площадь*.

Для этого используют инструмент *Площадь* которая находится на *Главной* панели во вкладке *Утилиты* (рис. 89).



Рис. 89. Команда Площадь

После этого будут предложены следующие варианты (рис. 90): [*объект/Добавить площадь/Вычесть площадь*].

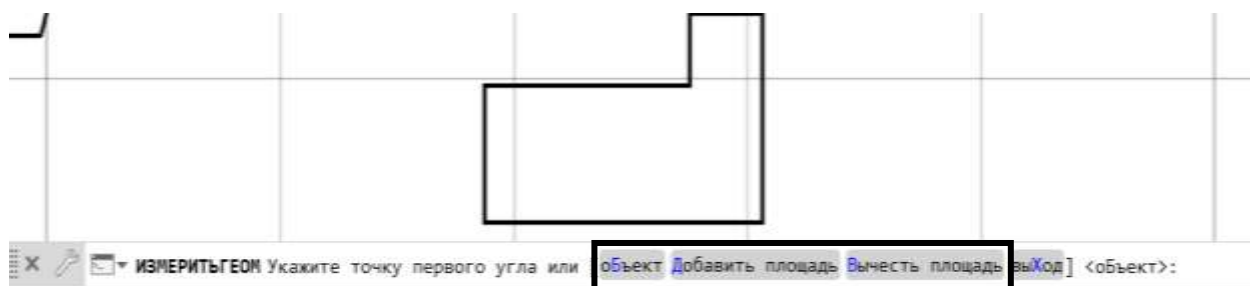


Рис. 90. Варианты расчета площади фигуры

- *объект* — выбирает фигуру или объект с замкнутым контуром;
- *Добавить площадь* — если необходимо посчитать площадь нескольких фигур;
- *Вычесть площадь* — измеряет площадь задавая мышью контуры.

Если имеется фигура (объект) с замкнутым контуром — выбирают из меню *Объект* и выбирают нужную фигуру на чертеже (рис. 91).

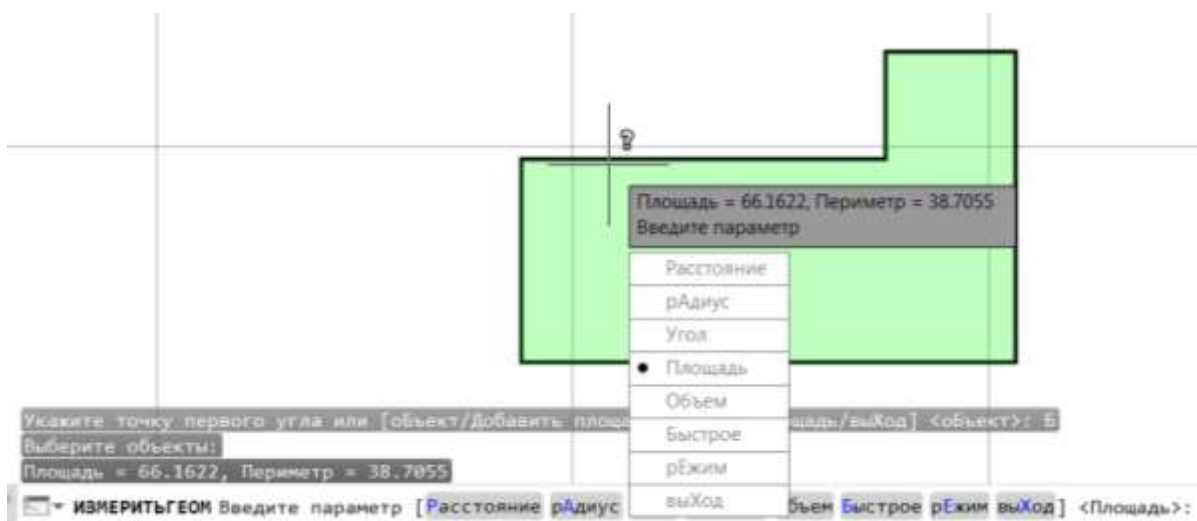


Рис. 91. Расчет площади с помощью команды Объект

Добавить площадь — указывают мышью по очереди контур фигур, для которых необходимо узнать их общую площадь (рис. 92).

В результате получают общую площадь геометрических фигур.

Результат вычислений отображается как возле указателя мыши, так и в командной строке

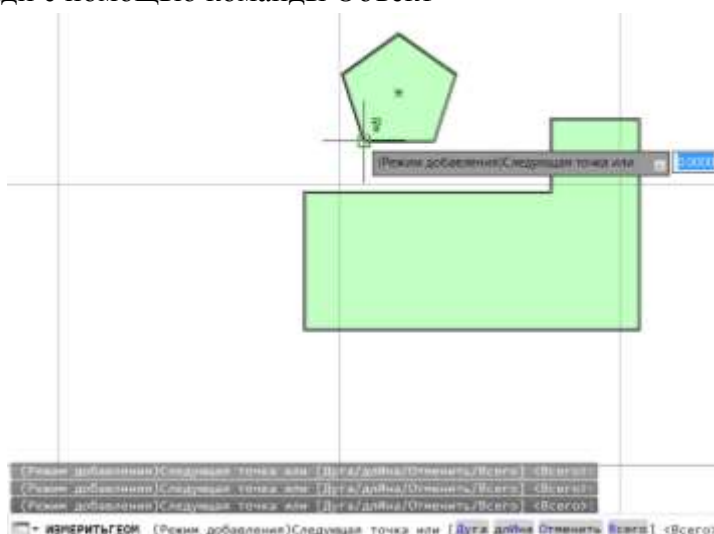


Рис. 92. Расчет площади с помощью команды Добавить площадь

Вычесть площадь — указывают мышью точки контура для вычисления площади (рис. 93). После завершения процедуры в окне появляется результат.

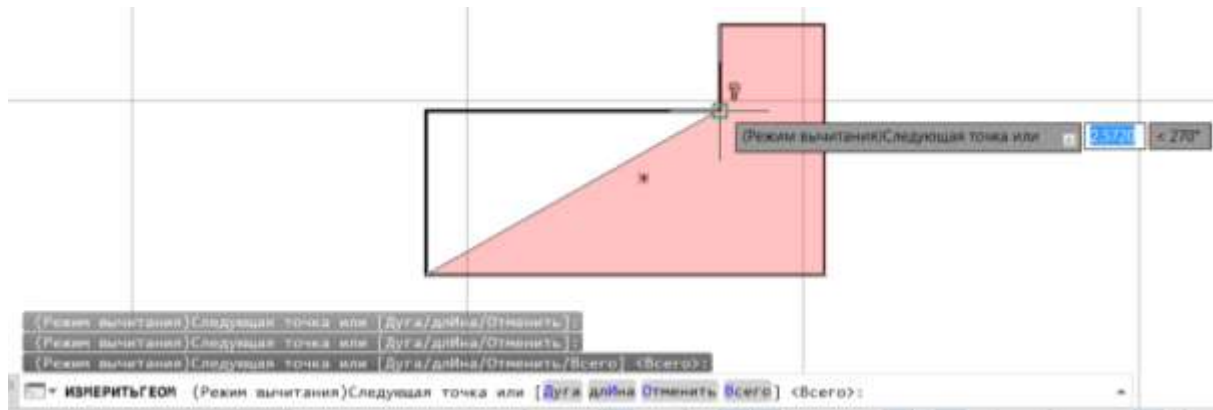


Рис. 93. Расчет площади с помощью команды Вычесть площадь

Бывают случаи, когда геометрические объекты имеют неправильные формы (рис. 94).

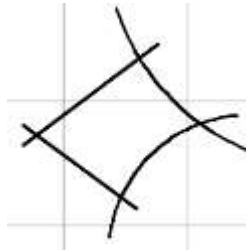


Рис. 94. Геометрическая фигура неправильной формы

Для вычисления площади, в этом случае, существуют три способа:

1. Задать внутри контура фигуры штриховку и с помощью окна *Свойства* посмотреть значение площади поля штриховки, преобразовав значения из $мм^2$ в $м^2$ способом, описанным выше (рис. 95).

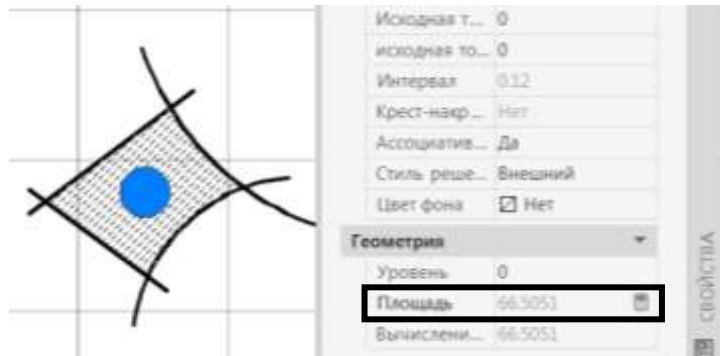


Рис. 95. Определение площади поля штриховки

2. Обвести контур фигуры с помощью команды *Полилиния*, создав замкнутую фигуру. И так же, с помощью окна *Свойства* посмотреть значение площади (рис. 96).

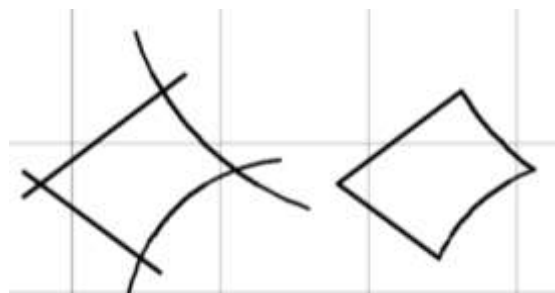


Рис. 96. Определение площади полилинии

3. На панели выбрать команду **Контур** (рис. 97а). Затем нажать на кнопку *Указание точек* (рис. 97б). Далее курсором необходимо указать внутреннюю часть фигуры (рис. 97в), нажать Enter. В итоге, образуется замкнутая полилиния в виде контура заданной фигуры (рис. 97г). И с помощью окна *Свойства* простортечь числовое значение площади фигуры (рис. 97).

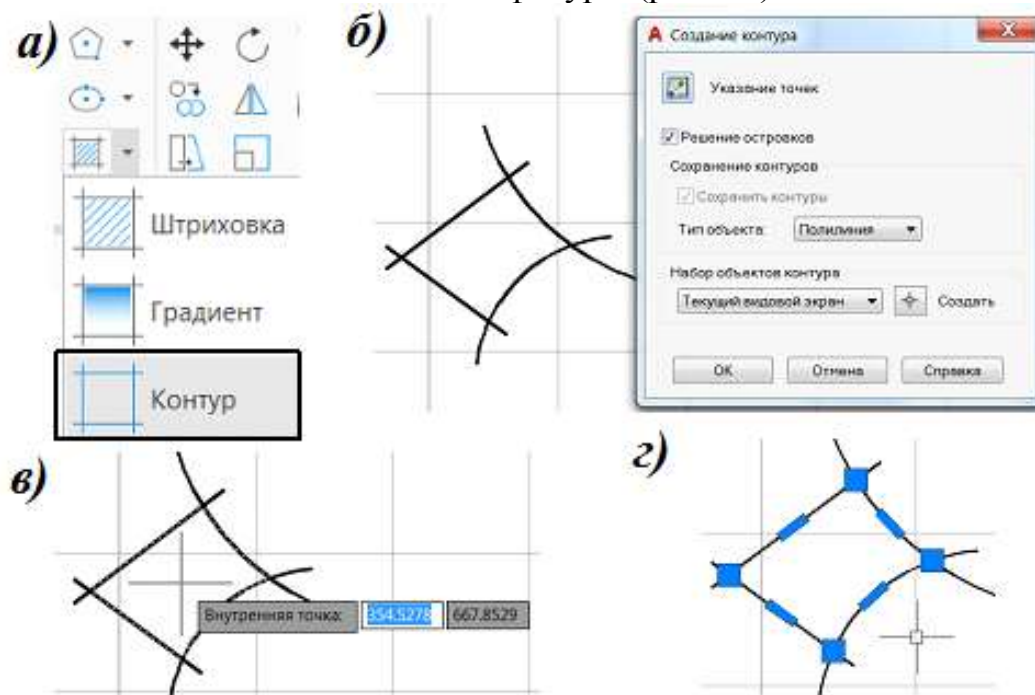


Рис. 97. Определение площади с помощью команды Контур

5.8. Создание блоков

Блок – это набор объектов, сохраненных под одним именем, которые при необходимости можно вставить в чертеж, выполнив набор несложных действий. Использование блоков целесообразно особенно в тех случаях, когда чертеж содержит в себе много одинаковых элементов – например, двери или окна в архитектурных чертежах, или гайки и болты в машиностроительных чертежах. Блоки в этих случаях используются для упрощения работы, чтобы не приходилось перечерчивать многократно одинаковые объекты. Блок является одним объектом, поэтому с ним удобно работать, используя инструменты копирования, перемещения, поворота. При необходимости блок может быть разобран на отдельные составляющие. Таким образом, можно создать свою библиотеку условных обозначений элементов чертежа.

Блоки условно можно разделить на 3 класса: обычные, единичные и динамические.

Единичные блоки выполняются в габаритах одной единицы чертежа. Единичный блок отличается от остальных тем, что изменение его масштаба используется для определения геометрии блока. Например, расстояние между осями забивных свай должно быть не менее 3-х размеров стороны сваи. Таким образом, если создать блок со сторонами 1×1 и окружностью радиусом 3 единицы, то, вводя в виде масштаба размер стороны элемента, можно

с легкостью контролировать правильность расположения этого элемента на чертеже.

Единичные блоки не обязательно должны быть простыми и могут выполнять достаточно большой объем вспомогательных работ.

Во вкладке *Главная* необходимо выбрать тематическую панель «**Блок**» и нажать кнопку «*Создать*».

К примеру, создавая блок из каких-либо примитивов, задают *Имя* блока, например, *Дверь межкомнатная 1* (рис. 98). Указывают базовую точку вставки, необходимые элементы на экране, единицы измерения блока и т.д.

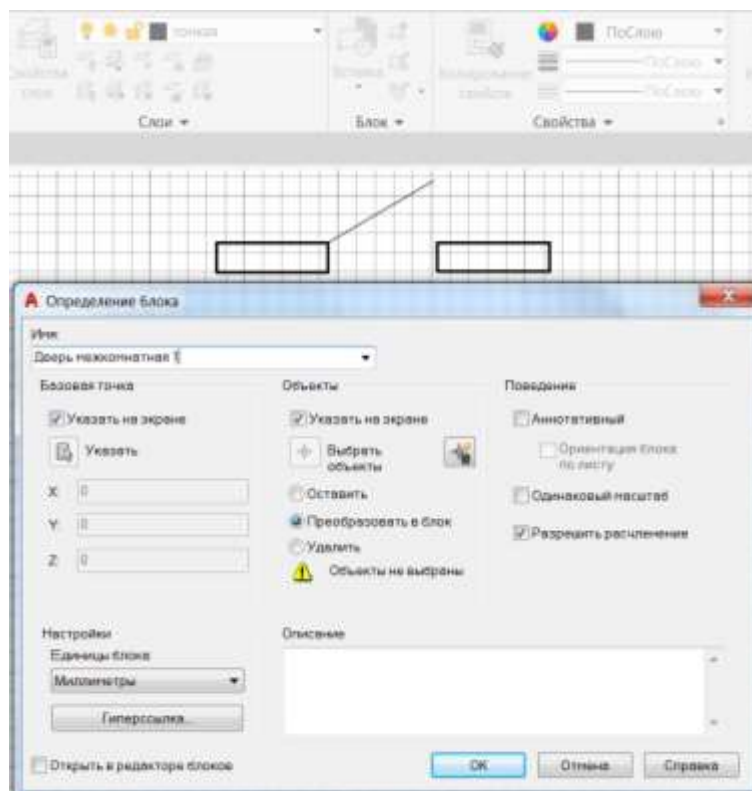


Рис. 98. Создание блока

При необходимости блок можно редактировать. В дальнейшем можно готовый блок сразу вставлять в чертеж, указывая его заданное имя.

Созданный блок хранится в файле и может быть использован (вставлен в чертеж) даже в том случае, если из пространства модели он был удален.

5.9. Создание параметрических чертежей

Зачастую, при проектировании, в чертеж приходится вносить изменения, вызванные недостатками конструкции или модификации, и порой даже незначительные корректировки в размерах одной детали приводят к редактированию значительной части чертежа.

В AutoCAD имеется возможность двумерной параметризации, что позволяет значительно повысить производительность за счет ограничений: наложения геометрических и размерных зависимостей. Инструменты для создания геометрических и размерных зависимостей размещены на вкладке

Ленты **Параметризация** (рис. 99), которая по умолчанию отражается только в рабочем пространстве «2D Рисование и аннотации».

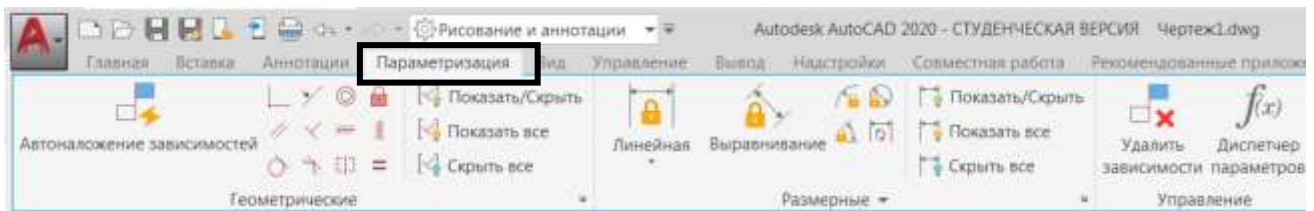


Рис. 99. Вкладка параметризация

Существует два основных типа зависимостей:

- **Геометрические зависимости** управляют размещением объектов по отношению друг к другу;
- **Размерные зависимости** управляют расстоянием, длиной, углом и радиусом объектов.

На стадии проектирования зависимости дают возможность ужесточить требования во время экспериментирования с различными проектными решениями или при внесении изменений. Вносимые в объекты изменения могут привести к автоматической подстройке других объектов и ограничить возможности изменения расстояний или угловых величин.

Зависимости дают возможность:

- ✓ поддерживать соответствие проекта спецификациям и требованиям путем наложения зависимостей на геометрию чертежа;
- ✓ налагать на объекты сразу несколько геометрических зависимостей;
- ✓ включать в размерные зависимости формулы и уравнения;
- ✓ быстро вносить в проект изменения путем изменения значения переменной.

Геометрические зависимости устанавливаются и поддерживают ограничения относительно геометрии объектов, ключевых точек на объектах, а также между объектом и системой координат. Пары базовых точек объекта (или 2-х объектов) могут быть выровнены по вертикали или горизонтали относительно текущей системы координат. Так, например, можно указать, что две окружности всегда должны быть концентричны, что две линии всегда параллельны, или, что одна сторона прямоугольника всегда горизонтальна.

Концентричность. Размещает центры двух окружностей, дуг или эллипсов в одной точке.

Совпадение. Соединяет два объекта в одной точке (точки могут лежать и на продолжении объекта).

Коллинеарность. Располагает два (или несколько) отрезка (ов) на одной воображаемой прямой.

Параллельность. Делает параллельными два отрезка или два сегмента полилинии.

Перпендикулярность. Делает перпендикулярными два отрезка или два сегмента полилинии.

Касание. Устанавливает касание двух объектов, например дуги и отрезка.

Сглаживание. Продлевает сплайн до отрезка, дуги, полилинии или сплайна.

Фиксация. Закрывает для изменения координаты точки на объекте относительно Мировой системы координат.

Горизонтальность. Устанавливает отрезок (или 2 точки объекта) горизонтально.

Вертикальность. Устанавливает отрезок (или 2 точки объекта) вертикально.

Симметрия. Подобно зеркалу. Сохраняет симметрию объектов.

Равенство. Сохраняет равенство длины двух или нескольких линий.

После накладывания ограничений рядом с объектом, на которые они были наложены, будут отображаться иконки ограничений. Эти значки можно перетаскивать в любую точку экрана, скрыть выбранные и, используя Ленту, скрыть или показать все ограничения на чертеже. Также можно управлять видимостью значков, используя менеджер *Настройки зависимостей*.

Но отрисовывать чертеж произвольно, а затем накладывать каждое ограничение отдельно, не является самым удобным способом. В данном случае будет целесообразным использовать команду **Автосохранение** (*Автоналожение зависимостей*), которая автоматически накладывает геометрические зависимости на существующий контур, вычерченный согласно всем требованиям. Через настройку зависимостей можно задать приоритет на наложение тех или иных зависимостей, а также допуски по отклонению угла (к примеру, от горизонтали, вертикали и т.д.). **Размерные зависимости** создаются путем добавления параметрических размеров к объектам чертежа. Этот шаг является завершающим в процессе полного определения геометрии через зависимости. При простановке параметрического размера на объекте и указании его значения, размер объекта изменяется в соответствии со значением проставленного размера. Размерные зависимости определяют размер, значение угла, радиус, диаметр. Размерные зависимости могут содержать не только числа, но и формулы со ссылками на другие параметрические зависимости. После задания размерных зависимостей ими проще всего управлять с помощью *Диспетчера параметров*, где можно создавать пользовательские параметры, присвоить любому параметру новое имя, а также задать ему числовое значение или формулу в качестве его выражения. Формульное выражение параметра может содержать ссылки на другие параметры так, чтобы его значение автоматически обновлялось при изменении этих параметров.

6. ВЫВОД ЧЕРТЕЖА НА ПЕЧАТЬ

Завершающей стадией любого процесса проектирования является предоставление чертежа не только на электронном носителе, но и в бумажном виде.

Вывод чертежа на печать может производиться различными способами: из пространства *Модели*, с использованием компоновок печатной области листа – *Лист 1* (*Лист 2* и т.д.); в PDF – файл.

Как известно, любой чертеж должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ. Одна из проблем - это сделать строгие отступы от чертежной рамки до края листа. У каждого принтера есть небольшая область, которая не пропечатывается. Она нужна для того, чтобы принтер мог захватывать лист. Чтобы добиться нужного результата, должна быть грамотно выполнена настройка печати в AutoCAD.

6.1. Вывод чертежа на печать из пространства Модели

Необходимо в Меню приложений программы (кнопка с пиктограммой *A*) выбрать «**Печать**» или нажать сочетание клавиш «**Ctrl + P**» (рис. 100).

В диалоговом окне «**Печать-Модель**» надо задать все необходимые параметры печати чертежа: Имя, Принтер/Плоттер, Формат, Область печати, Стилль печати, Ориентацию чертежа, Масштаб чертежа и т.д. (рис. 101). С помощью команды «**Просмотр**» можно просмотреть, как чертеж располагается на листе, и правильно ли были заданы параметры печати.

После нажатия команды «**Применить**» и «**ОК**» можно вывести чертеж на печать.

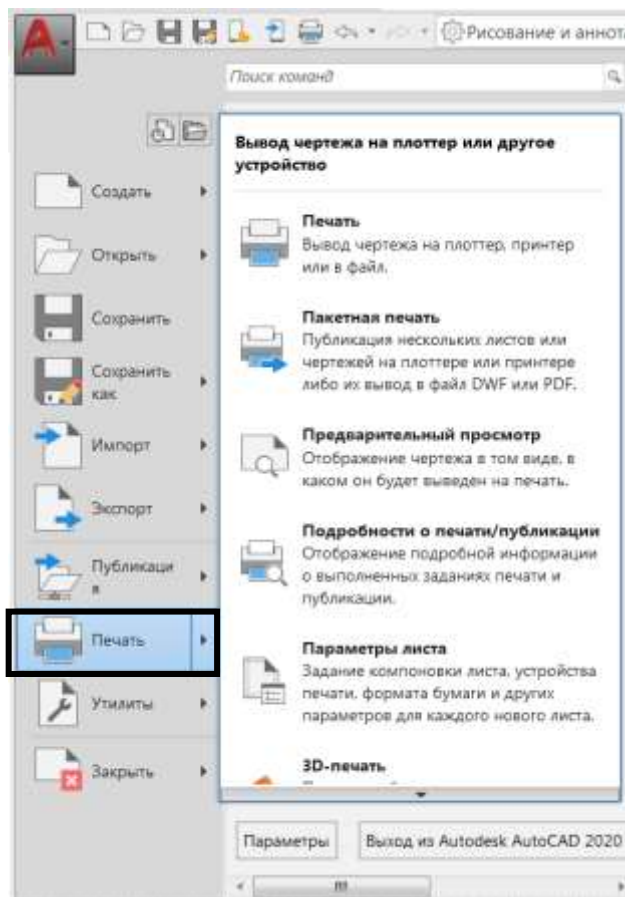


Рис. 100. Меню Печать

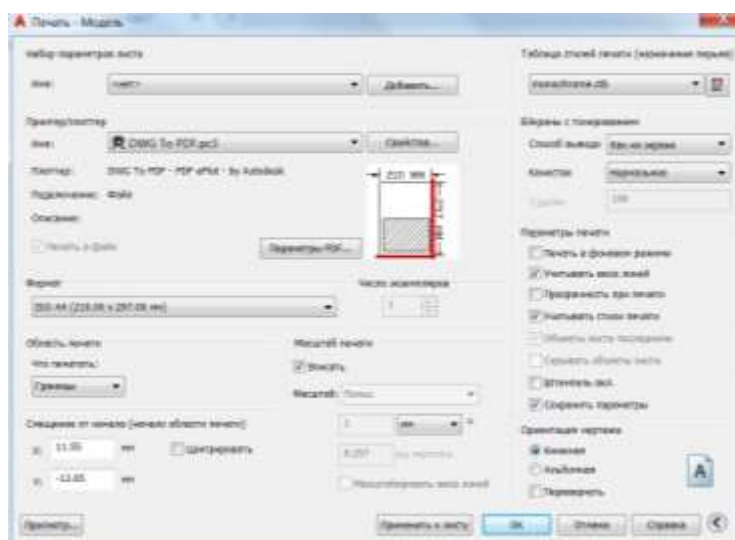


Рис. 101. Окно печать-модель

6.2. Вывод чертежа на печать из пространства Листа

Данный способ очень прост, однако имеет ряд ограничений:

- ✓ он применяется только для двухмерных чертежей;
- ✓ он не позволяет создавать несколько видов или использовать настройки слоев, зависящие от вида;
- ✓ если не используются аннотативные объекты, то для масштабирования аннотации и основной надписи необходимы вычисления.

Режим *Лист* – это режим, в котором располагается чертеж на бумаге заданного формата, созданный предварительно в пространстве модели.

Вкладок *Лист* (*Лист 1*, *Лист 2* и т.д.) в программе, как было сказано выше, можно задать сколько угодно, это означает, что можно несколько раз компоновать чертеж на листе по-разному, и при этом эти компоновки будут независимы друг от друга и сохранены в одном файле.

При необходимости, можно выбирать ту компоновку, которая нужна в данный момент, и вывести ее на печать. Например, один и тот же чертеж можно печатать в масштабе 1:2 или 1:3. Для этого, *Лист 1* настраиваем на масштаб 1:2, а *Лист 2* на масштаб 1:3.

При первом переключении на вкладку *Лист* на экране появляется уже знакомое окно (рис. 101). Необходимо настроить в нем все параметры чертежа (см. п.6.1.).

На рабочей области режима компоновки (рис. 102) появятся границы бумаги в виде пунктирной линии обозначения границы печатной области, а далее – сплошной линией – рамка, в которой находится чертеж. Дело в том, что чертеж, изначально начерченный в пространстве модели, никак не связан с *Лист 1*.

Для того чтобы он там отобразился, необходимо создать некую рамку, в которой можно будет видеть нужную часть пространства *Модели*. Эта рамка называется «*Видовой экран*». Один видовой экран создается по умолчанию при первичном переходе на вкладку *Лист* (компоновку).

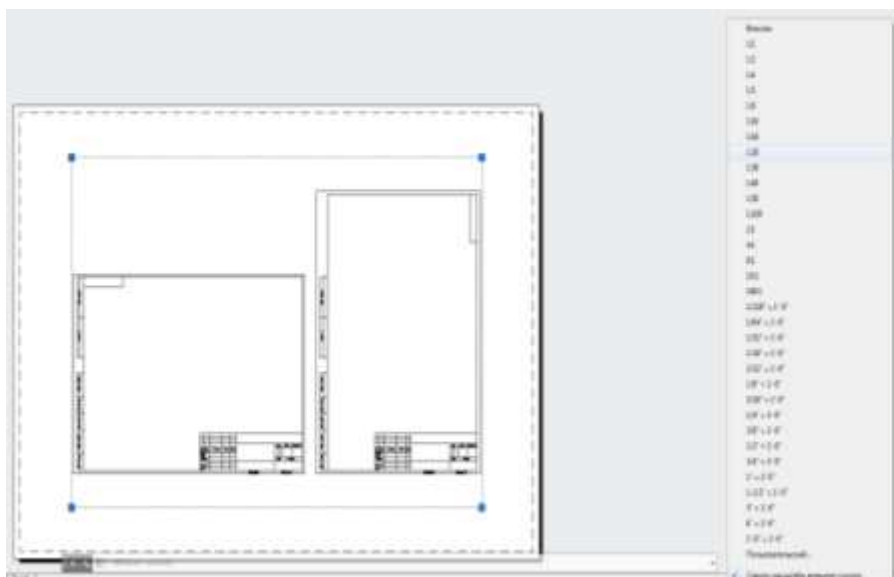


Рис. 102. Печать из пространства лист

Этот видовой экран является единственным объектом, находящимся на листе. Чертеж, который в нем виден, в этом режиме можно только просматривать, но его нельзя ни редактировать, ни двигать. Все перемещения чертежа на листе происходят посредством перемещения видового экрана.

Для того чтобы задать для чертежа, изображенного в видовом экране, определенный масштаб, следует вывести на экран панель инструментов «Видовые экраны» (точки вида).

Выделив видовой экран в режиме ручек, необходимо просмотреть текстовое поле, отображенное в этой панели. Скорее всего, там будет указано какое-то дробное число, то есть какой-то масштаб, позволяющий помещать объекты в окне целиком. При желании можно, нажав на стрелку справа от этого окна, выбрать из списка нужный вариант, или, если он в списке отсутствует, вписать его, так сказать, «от руки».

Двойным щелчком мыши на видовом экране можно перейти в новый режим работы – режим *Модель* внутри пространства листа (рис. 103).

То есть, находясь на листе, получают возможность редактирования чертежа. Редактировать его не очень удобно, зато можно двигать внутри видового экрана.

На строке состояния теперь будет написано *Модель*. Если нажать на него левой клавишей мыши, то слово *Модель* изменится на слово *Лист*, что будет означать, что снова работа происходит только с листом и чертеж трогать не возможно.

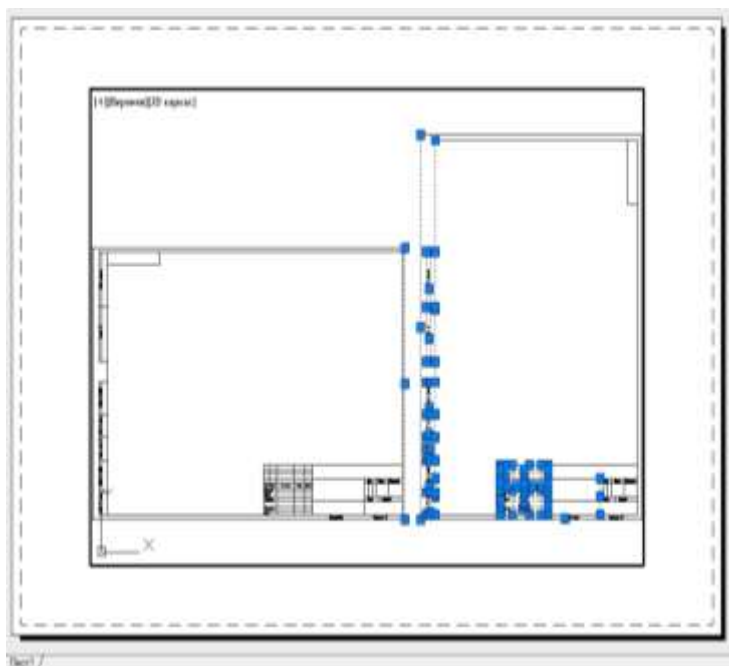


Рис. 103. Видовой экран пространства листа

Находясь в режиме *Лист*, можно чертить любые объекты на листе, используя обычные инструменты рисования. Они будут находиться только в текущей компоновке, к пространству модели не имея никакого отношения. Это используется для создания надписей, а также основных надписей.

С помощью инструмента «**Видовые экраны**» (рис. 104) можно создавать в пространстве листа сколько угодно видовых экранов и располагать в них чертежи в соответствии с требованиями.

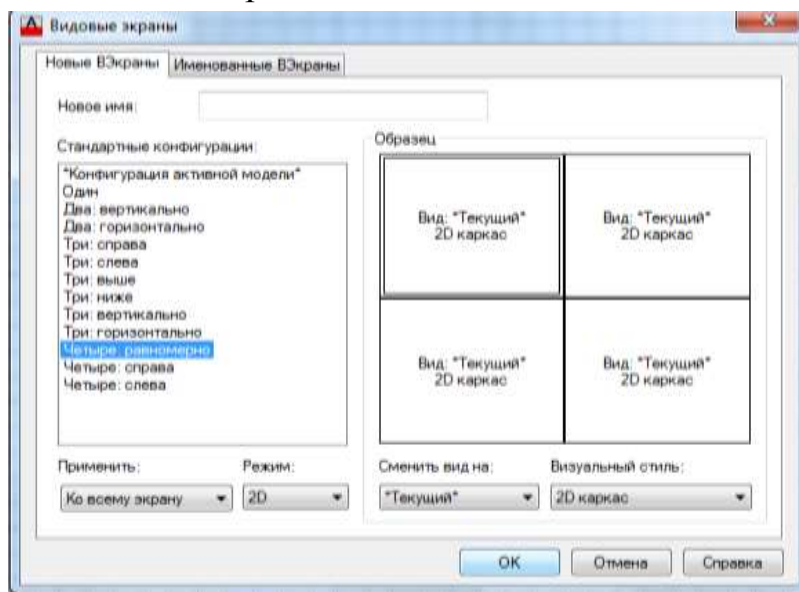


Рис. 104. Видовые экраны

Настроив компоновку печати, необходимо выбрать в *Меню приложений* команду «**Предварительный просмотр печати**». Чертеж предстанет на экране таким, каким он получится при печати. Если все устраивает, надо выйти из режима просмотра, нажав ESC, затем выполнить команду «**Печать**».

6.3. Таблицы стилей печати

Цветозависимые стили печати позволяют облегчить процесс вывода чертежа на печать, точнее, подготовки к ней. Используя их, можно не настраивать заранее ни типов, ни толщин линий. Для объектов задается только цвет. К этому цвету привязываются какие-то свойства, и при выводе на печать AutoCAD ищет, например, все линии красного цвета и делает их серыми, пунктирными и тонкими, а линии желтого цвета выводятся как черные сплошные. То есть цвет – способ логического разделения объектов на группы.

Именованные стили печати являются наборами свойств объекта, и могут применяться к слоям, задавая свойства всем объектам слоя при печати.

Для создания новой таблицы стилей необходимо выбрать в *Меню приложений* команду «**Параметры страницы**», затем группу параметров «**Таблицы стилей печати**», в ней команду «**Новая**» (новая таблица стилей печати).

Затем выбрать команду «**С самого начала**» (рис.105), нажать «**Далее**», ввести название для новой таблицы, затем снова «**Далее**». После этого надо определиться, какой из переключателей оставить: использовать эту таблицу стилей для текущего чертежа или использовать эту таблицу стилей для новых чертежей. После задания параметров, нажать «**Готово**».

Программа вернет Вас в окно настроек печати, в котором уже созданный Вами стиль печати выбран как текущий. Теперь его нужно настроить (рис.106).

Для этого необходимо нажать команду «Редактировать», затем закладку «Просмотр формы».

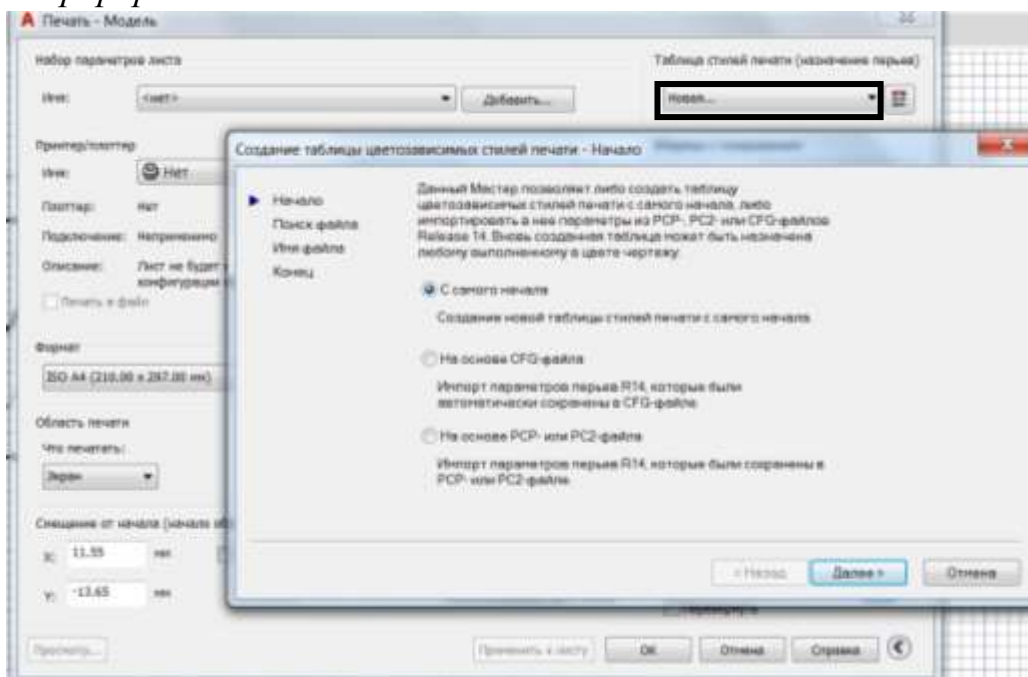


Рис. 105. Создание цветозависимых стилей печати

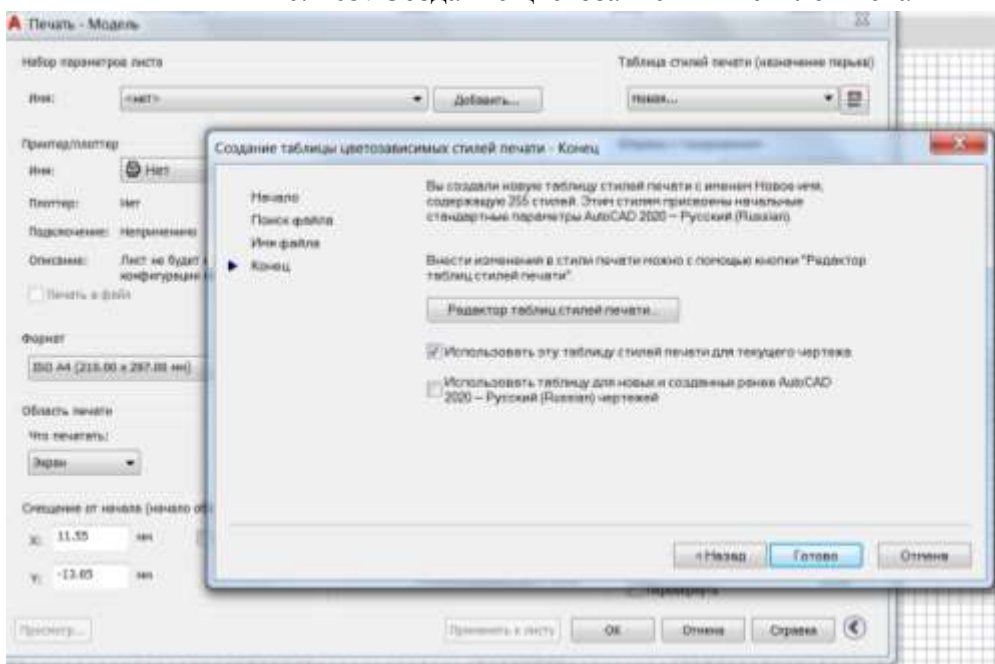


Рис. 106. Редактор таблиц стилей печати

В левой части окна (рис.107) перечислены цвета, к которым можно применять те или иные свойства.

После выбора одного из цветов, предоставляется возможность их редактирования в правой части окна: подбор цвета линий для вывода на печать (смешивание цветов применяется не на всех печатающих устройствах). Номер пера и номер виртуального пера задаются для печати на перьевых плоттерах.

Можно назначить качество печати, количество затраченных чернил - возможна установка параметра от 0 до 100. Рекомендуется ставить средний параметр – 50. Далее необходимо подобрать тип линии, подгонку масштаба типа линий под масштаб объекта, толщину линий, стиль заполнения линий. Стили концов линий и соединения линий задаются для линий большой толщины.

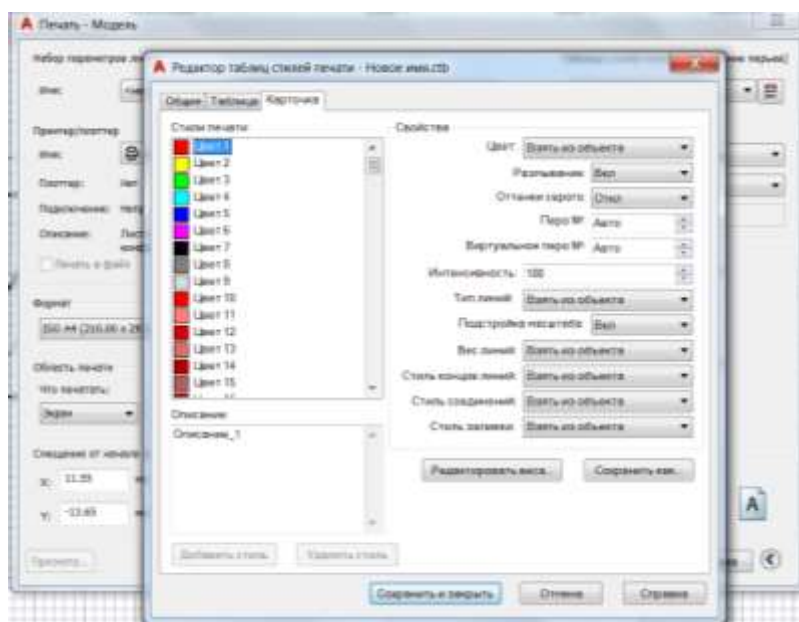


Рис. 107. Редактор таблиц стилей печати

После настройки параметров для нужных цветов этого стиля необходимо нажать на кнопку «Сохранить и закрыть». При печати линии заданных цветов приобретут соответствующие параметры, описанные выше.

6.4. Создание шаблона

Под шаблоном понимают некие стандартные настройки файла, которые загружаются непосредственно при его создании и их не нужно каждый раз делать заново. Например, размерные стили, стили печати, или настройки компоновки листа.

Для создания шаблона необходимо:

1. Создать новый документ.
2. Создать в нем необходимое количество текстовых стилей и настроить их соответствующим образом.
3. Создать необходимое количество размерных стилей и настроить их.
4. Настроить компоновку вывода на печать. При необходимости можно начертить в ней основную надпись, работая в режиме *Лист*, используя все необходимые инструменты рисования и редактирования.
5. Преобразовать основную надпись в блок.
6. Создать нужное количество слоев, назвать их в соответствии с требованиями проектной работы и настроить соответствующим образом.

7. Сохранить файл в формате *.DWT. При сохранении файла такого формата программа сама предложит поместить его в папку с шаблонами.

Все эти настройки можно будет легко изменять и дополнять обычным образом после загрузки шаблона. Создание шаблона освободит от рутинной работы повторения одних и тех же действий для каждого нового файла

Для загрузки шаблона, при создании нового файла необходимо выбрать команду «Создать из шаблона», затем в окошке запуска появится список шаблонов, среди которых можно выбрать свой и отметить его двойным щелчком левой клавиши мыши. Шаблон загружен.

7. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

Как говорилось выше, AutoCAD включает 2 рабочих пространства, относящихся к 3D-моделированию: **Основы 3D** (рис. 108), которое содержит основные инструменты, ориентированные на создание простых тел и их визуализацию, а так же пространство **3D-моделирование** (рис. 109), которое содержит полный комплекс инструментов для создания как поверхностей, так и объектов для 2D-рисования.

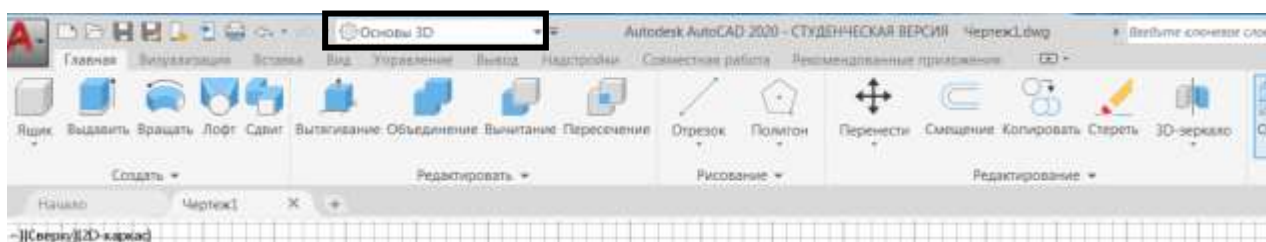


Рис. 108. Лента вкладки основы 3D

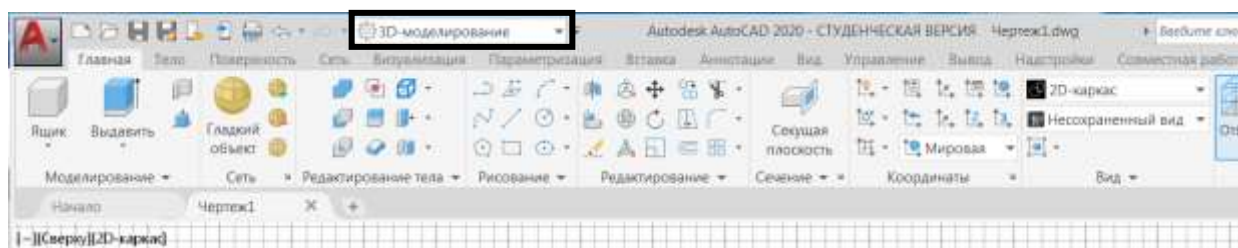


Рис. 109. Лента вкладки 3D-моделирование

7.1. Пространство 3D-моделирование

Лента рабочего пространства «3D-моделирование» (рис. 109) содержит следующие вкладки:

1. **Главная** – создание и редактирование 3D-тел, слои и т.д.
2. **Тело** – дополнительные команды для работы с 3D-телами.
3. **Поверхность** – создание и редактирование поверхностей.
4. **Сеть** – создание и редактирование сетей.
5. **Визуализация** – материалы, источники света, визуальные стили, видовые экраны модели, координаты и т.д.

6. **Параметризация** – работа с параметрическими зависимостями.

7. **Вставка** – работа с блоками, внешними ссылками, облаками точек.

8. **Аннотации** – тексты, размеры, выноски, осевые линии, таблицы, пометки.

9. **Вид** – навигация, видовые экраны, системы координат, палитры.

10. **Управление** – настройка пользовательского интерфейса, стандарты оформления, рекордер (дерево) операций.

11. **Вывод** – печать, 3D печать, экспорт в DWF или PDF.

12. **Надстройки** – Autodesk App Manager.

13. **Совместная работа** – управление доступом к документам, синхронизация параметров.

14. **Рекомендованные приложения.**

Данные вкладки, в свою очередь, содержат панели, содержащие инструменты, схожие по функциональному назначению.

При одновременном нажатии клавиши Shift и колесика мыши, происходит перемещение пространства из двухмерного в трехмерное под произвольным углом (рис. 110), причем сетка миллиметровки всегда располагается в плоскости XY.

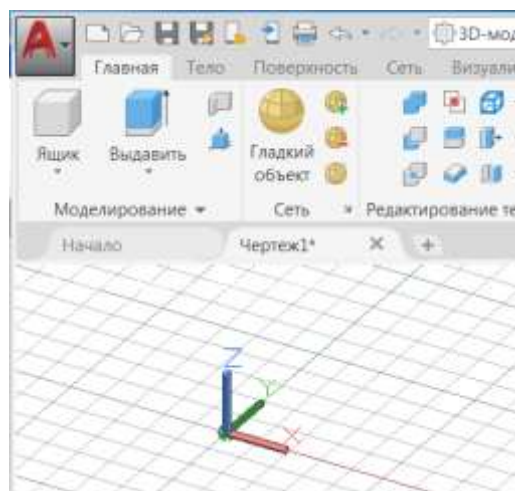


Рис. 110. Трехмерное пространство графического экрана

В левом верхнем углу пространства модели, находятся инструменты управления видовым экраном, видами и визуальными стилями в виде строки из трех квадратных скобок (рис. 111):

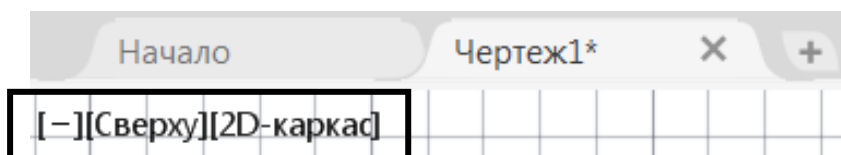


Рис. 111. Инструменты управления видовым экраном, видами и визуальными стилями

[-] – предоставляет доступ к нескольким конфигурациям видовых экранов, позволяет устанавливать и редактировать средства навигации (видовой куб, штурвалы, панель навигации) (рис. 112).

[Сверху] – позволяет устанавливать стандартные виды и изометрическую проекцию, открывает доступ к Диспетчеру видов (рис. 113).

Стандартные виды графического пространства находятся также на панели «**Виды**» вкладки Ленты «**Главная**» (рис. 114).

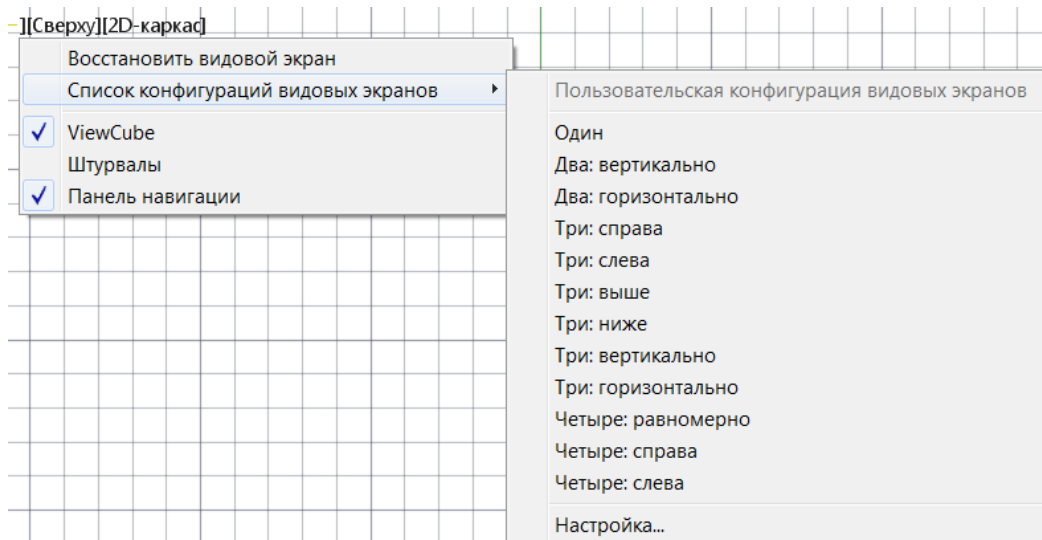


Рис. 112. Управление видовыми экранами

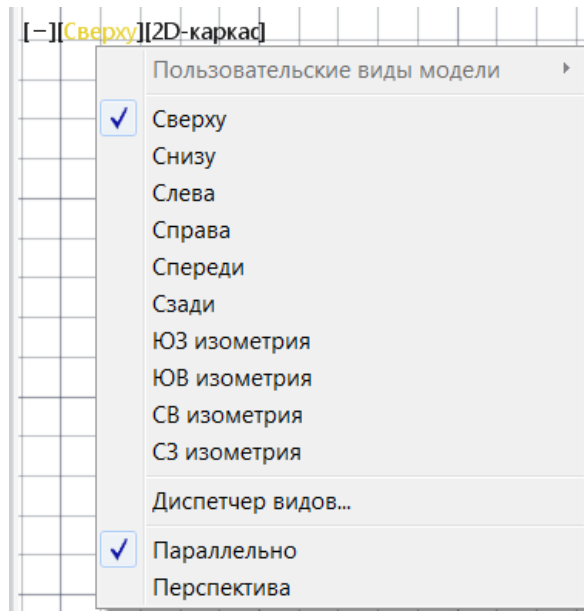


Рис. 113. Управление видами из пространства модели

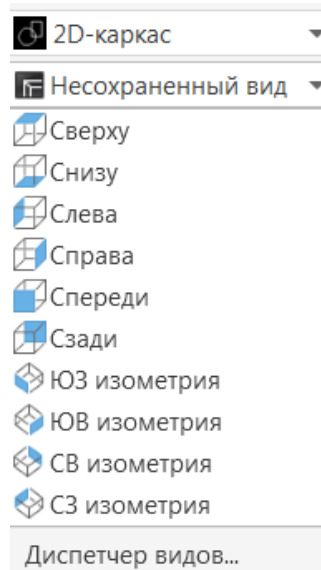


Рис. 114. Диспетчер видов

Кроме того, через «Диспетчер видов» на вкладке **Вид**, можно создать свой индивидуальный вид, присвоить ему имя, визуальный стиль и т.д. (рис. 115).

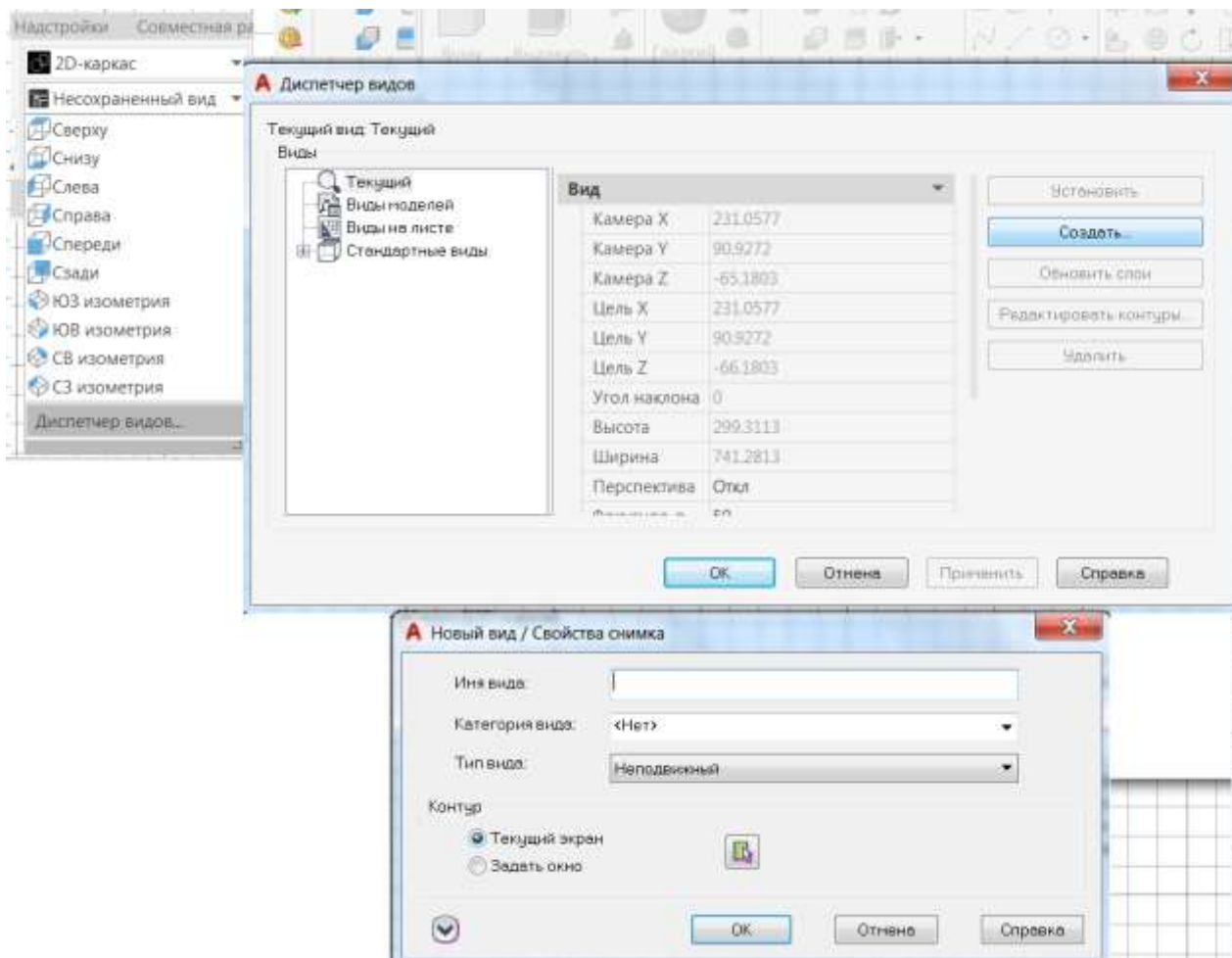


Рис. 115. Создание нового вида

[2D - каркас] – позволяет выбрать один из следующих визуальных стилей (рис. 116):

1. **2D каркас** – объекты отображаются в виде отрезков и кривых, являющихся представлением контуров. Отображаются растровые и OLE-объекты, учитываются типы и веса линий;

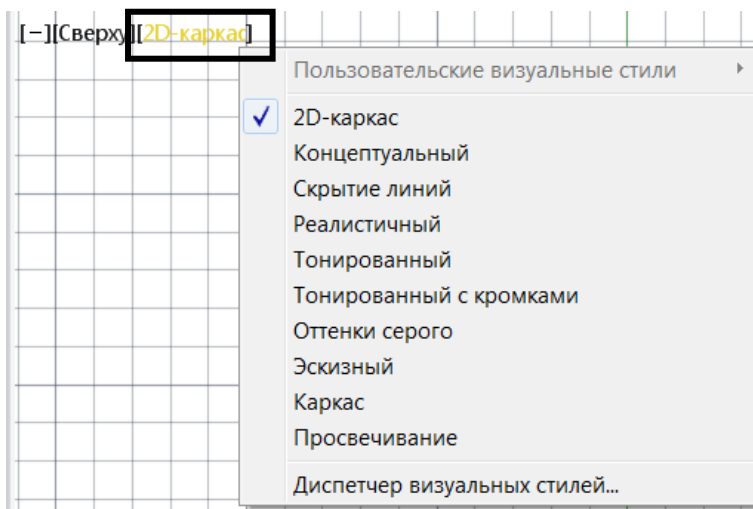


Рис. 116. Выбор визуального стиля из пространства модели

2. **Концептуальный** – объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и с учетом стиля граней по Гучу. Для

стиля граней по Гучу характерны переходы между холодными и теплыми, а не между темными и светлыми оттенками цветов. В освещенных областях используются теплые оттенки, а в затененных областях — холодные оттенки.

3. **Скрытие линий** – объекты отображаются в каркасном представлении: отрезки, изображающие задние грани, скрыты;

4. **Реалистичный** – объекты отображаются с учетом присвоенного им цвета или типа материалов;

5. **Тонированный** – объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами;

6. **Тонированный с кромками** – объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и видимыми кромками;

7. **Оттенки серого** – объекты отображаются с использованием тонирования оттенками одного цвета (серого) с плавными переходами;

8. **Эскизный** – объекты отображаются с эффектом рисования «от руки» с учетом модификаторов ребер «Удлинение линий» и «Дрожание»;

9. **Каркас** – объекты отображаются в виде отрезков и кривых, являющихся представлением контуров;

10. **Просвечивание** – объекты отображаются частично прозрачными.

Инструмент управления визуальными стилями находится, также, на панели «**Визуальные стили**» вкладки Ленты «**Главная**», где наглядно можно увидеть отображение объектов в том или ином визуальном стиле (рис. 117).

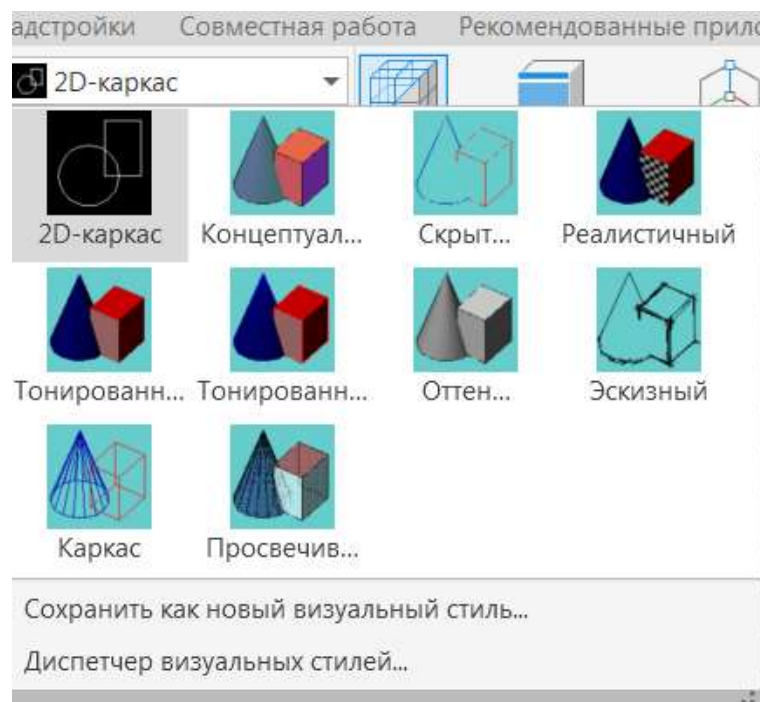


Рис. 117. Управление визуальными стилями

Кроме того, через **Диспетчер визуальных стилей**, можно создать новый визуальный стиль, присвоить ему имя, дать описание (рис. 118).

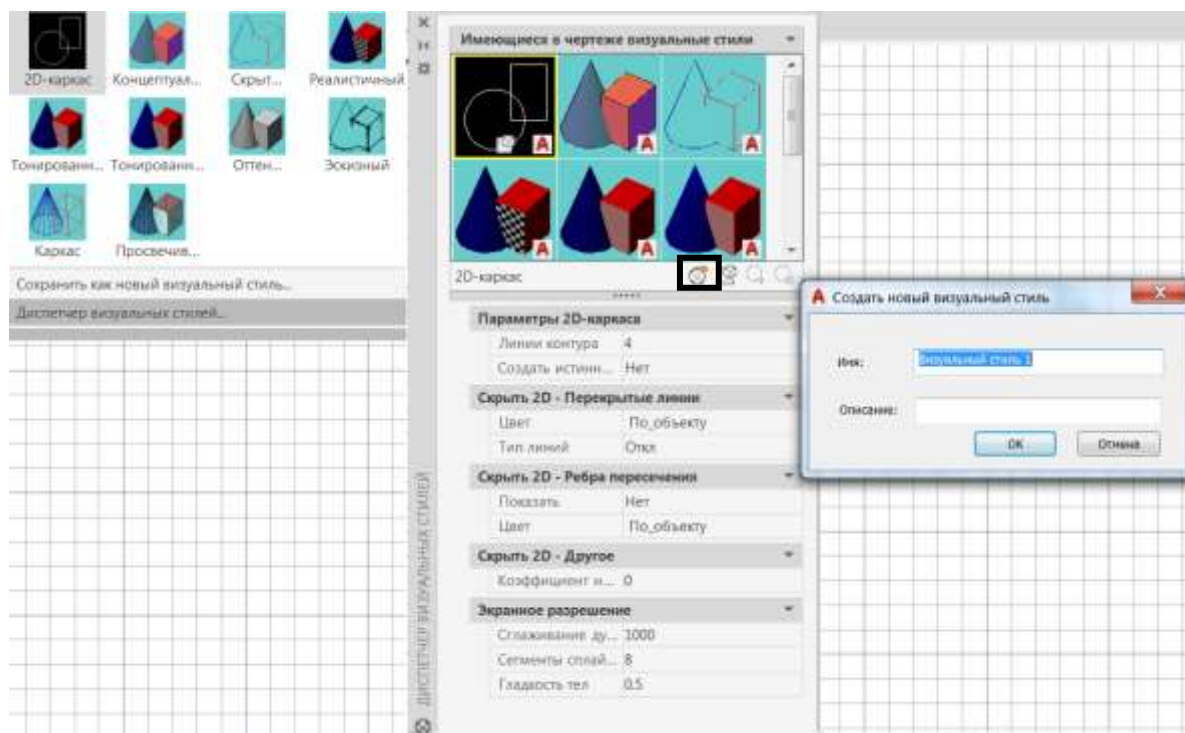


Рис. 118. Создание нового визуального стиля

Видовой куб (рис. 119) представляет собой постоянный перетаскиваемый элемент интерфейса, позволяющий переключаться между стандартным и изометрическим видами модели (рис. 120). При вызове *Видового куба*, он отображается в одном из углов в области рисования над моделью в неактивном состоянии. Неактивный видовой куб дает визуальное представление о текущей точке зрения модели в соответствии с изменениями вида. При наведении курсора на видовой куб этот инструмент становится активным.

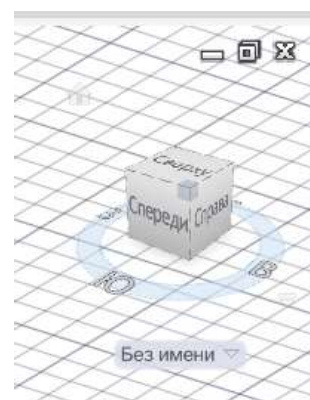


Рис. 119. Видовой куб



Рис. 120. Переключение видов с помощью видового куба

Можно также управлять следующими свойствами видового куба:

- Размер;
- Положение;

- Отображение меню ПСК;
- Ориентация по умолчанию;
- Отображение компаса.

Компас отображается под видовым кубом и указывает направление на север, определенное в модели. Можно щелкнуть букву направления главного румба на компасе для поворота модели, либо щелкнуть и перетащить кольцо компаса для интерактивного поворота модели вокруг точки вращения.



Параметры видового куба устанавливаются и изменяются по желанию пользователя (рис. 121).

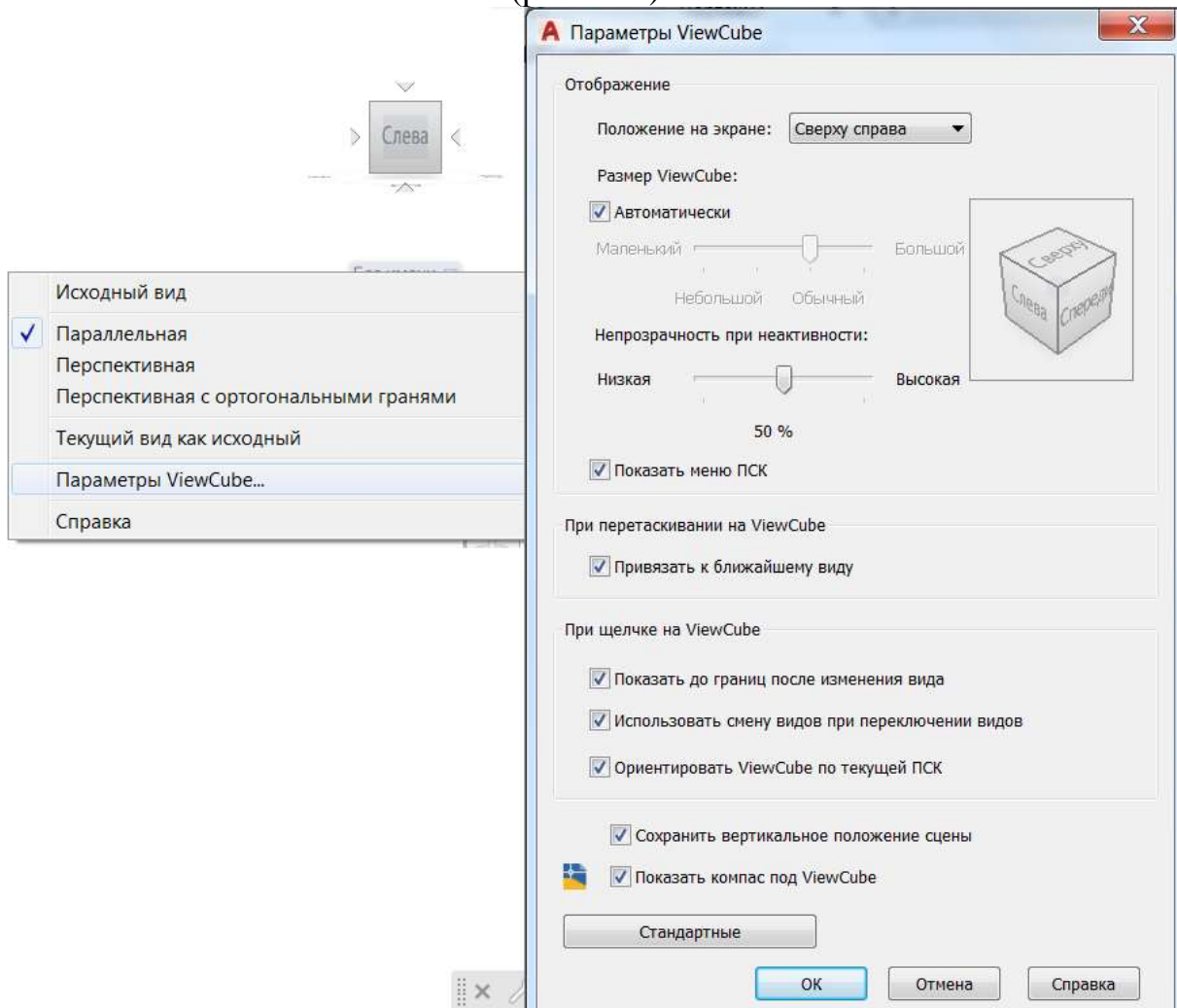


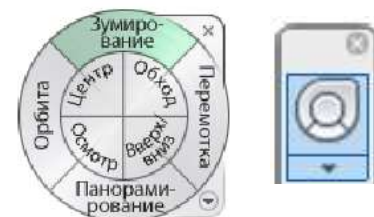
Рис. 121. Изменение параметров видового куба

Под видовым кубом находятся ряд полезных инструментов:

Суперштурвал навигации содержит общие инструменты 3D-навигации, используемые как для просмотра объектов, так и для их обхода.

Деления на **Суперштурвале** навигации предоставляют следующие параметры:

✓ **Зумирование** – позволяет изменять масштаб текущего вида;



✓ **Перемотка** – позволяет восстанавливать последний вид. Для перехода назад или вперед можно щелкнуть мышью и перетащить курсор влево или вправо;

✓ **Панорамирование** - изменяет положения текущего вида с помощью панорамирования;

✓ **Орбита** - поворачивает текущий вид вокруг фиксированной точки вращения;

✓ **Центр** - указывает точку на модели для корректировки центра текущего вида или для изменения целевой точки, используемой для некоторых инструментов навигации;

✓ **Обход** - моделирует обход модели;

✓ **Осмотр** - поворачивает текущего вида;

✓ **Вверх/вниз** - перемещает текущий вид модели вдоль оси Z модели.

Аналогично Привязке курсора к опорным точкам в 2D, в пространстве 3D-моделирования

имеется кнопка **Объектная 3D привязка**, которая расположена в строке состояния (рис. 122).

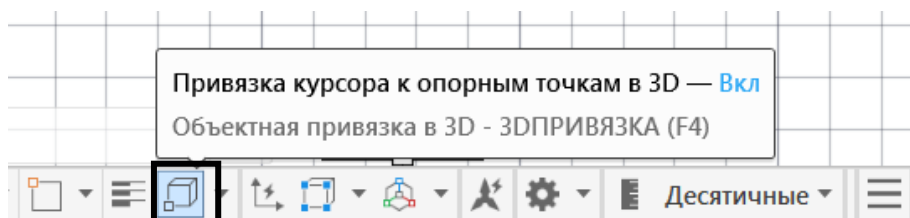


Рис. 122. Привязка курсора к опорным точкам в 3D

При активном режиме **Объектной 3D привязки**, в контекстном меню можно выбрать интересующую привязку, аналогично 2D привязкам (рис. 123). При включенном режиме трехмерной объектной привязки, можно точно «привязаться» к центру грани, вершине или средней точке ребра и другим характерным точкам трехмерных объектов (рис. 124).

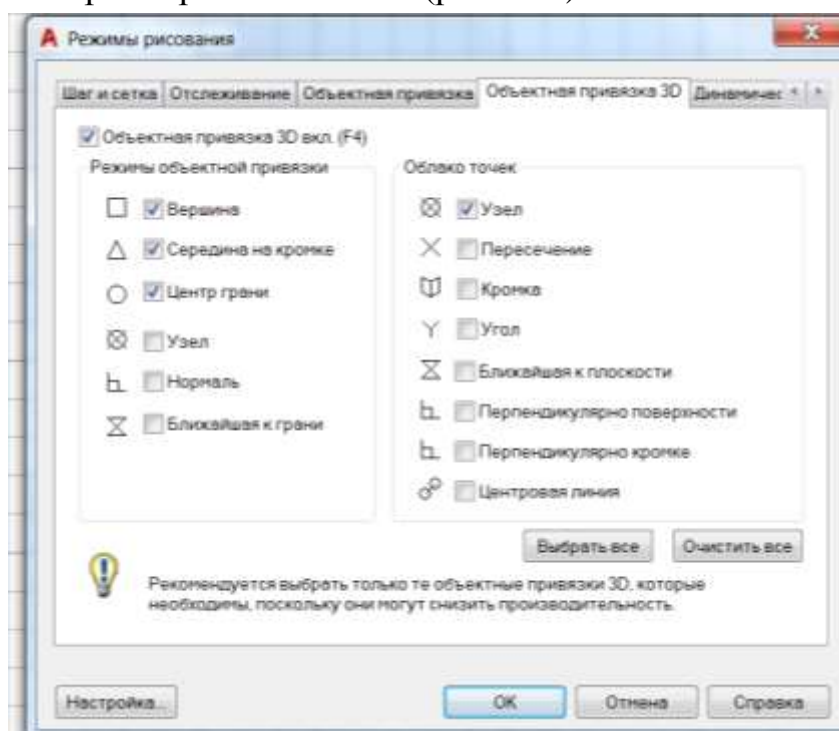


Рис. 123. Объектная 3D привязка

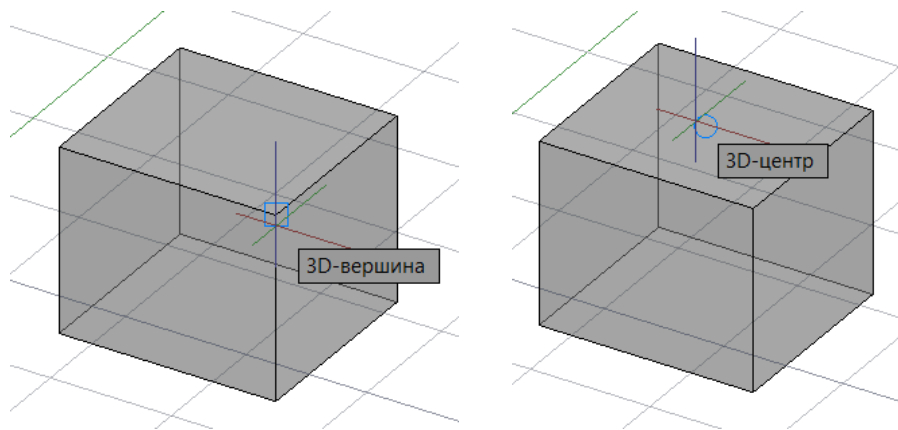


Рис. 124. Примеры некоторых объектных 3D привязок

7.2. Видовые экраны

Видовой экран значительно упрощает процесс компоновки и подготовки чертежа к печати. Данная функция весьма удобна, когда на чертеже имеются участки, выполненные в разных масштабах, и при этом, их нужно оформить на одном листе. На каждом листе можно создавать один или несколько видовых экранов листа. Каждый *видовой экран* листа похож на встроенный телевизионный монитор для просмотра модели с учетом указанного пользователем масштаба и ориентации.

Видовые экраны могут создаваться как в режиме «*Модели*», так и в режиме «*Листа*». Но в «*Модели*» видовые экраны — не плавающие и не перекрываемые, их расположение фиксированно, и они не могут накладываться друг на друга. Кроме того, в «*Модели*» видовые экраны строго прямоугольной формы. В режиме «*Листа*» разработчик может перемещать видовой экран в любое место листа, может подрезать один видовой экран другим. Здесь возможно создание видового экрана любой формы. Программа AutoCAD позволяет сделать видовые экраны отдельно для 2D и отдельно для 3D-проектирования.

Для создания видового экрана необходимо в пространстве «*Листа*» в строке *Меню* выбрать вкладку «*Лист*», затем выбрать тематическую панель «**Видовые экраны**» (рис. 125). Выбрать количество (от 1 до 4) экранов, которое необходимо открыть. Затем нужно задать горизонтальное или вертикальное положение экранов (рис. 126).



Рис. 125. Панель видовые экраны на вкладке лист

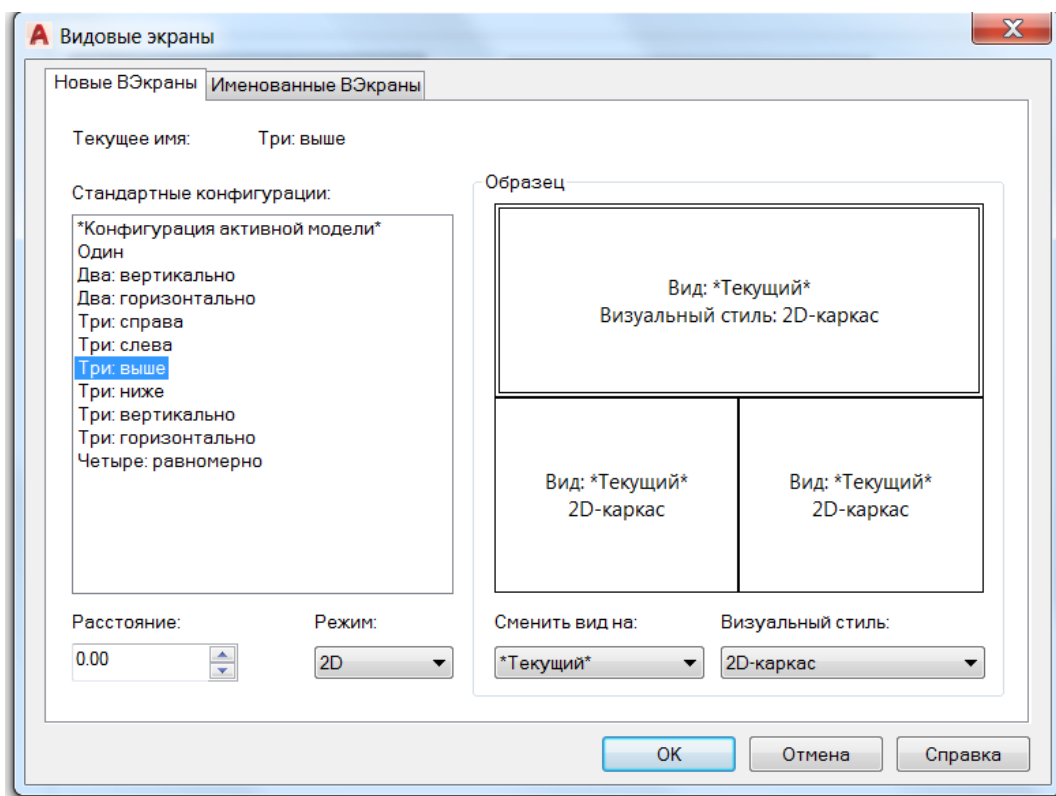


Рис. 126. Создание видовых экранов

Рассмотрим кратко назначение пунктов диалогового окна «*Видовые экраны*», где имеются настройки для разнообразных комбинаций расположения видовых экранов на листе. На вкладке «*Новые ВЭкраны*» для примера выберем из стандартных конфигураций «*Три: выше*». В правом окне сразу показывается их расположение. После выбора какой-либо стандартной конфигурации, необходимо нажать ОК и выделить на рабочем листе экрана область, в которую будет вписана заданная конфигурация видовых экранов (рис. 127).

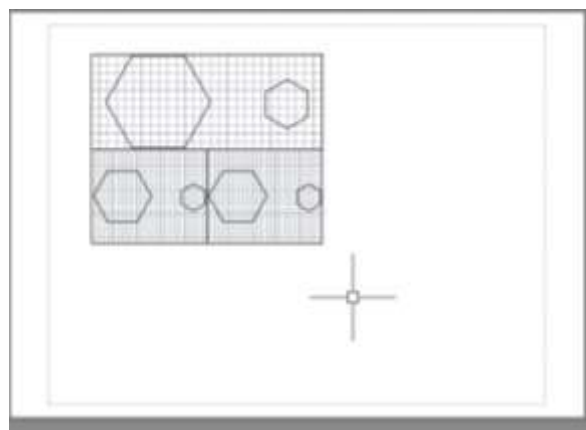


Рис. 127. Задание области видовых экранов

Режим «*Один видовой экран*» используется наиболее часто. После его выбора необходимо выделить на листе необходимую область, которая и станет видовым экраном (рис. 128). Количество таких видовых экранов неограничено.

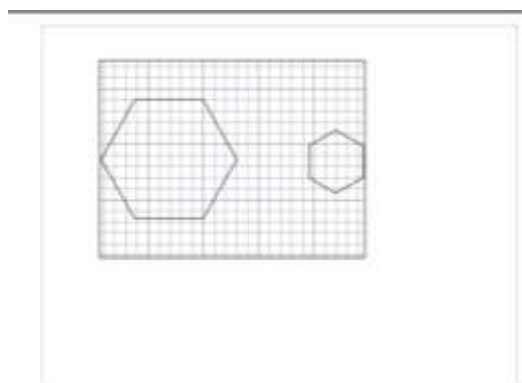


Рис. 128. Один видовой экран

«Многоугольный» видовой экран представляет собой видовой экран произвольной формы (рис. 129).

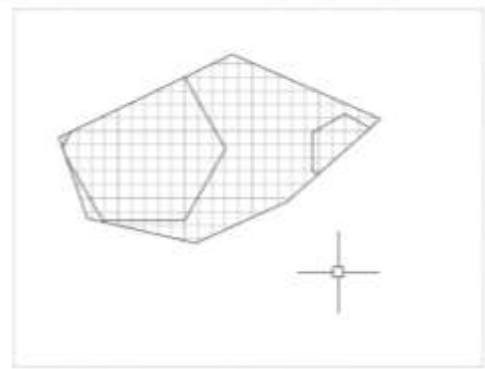


Рис. 129. Многоугольный видовой экран

Функция преобразования объекта в видовой экран позволяет любой замкнутый объект преобразовать в видовой экран. Достаточно изобразить объект необходимой конфигурации и размеров, выбрать данную функцию в меню и указать на созданный объект (рис. 130).

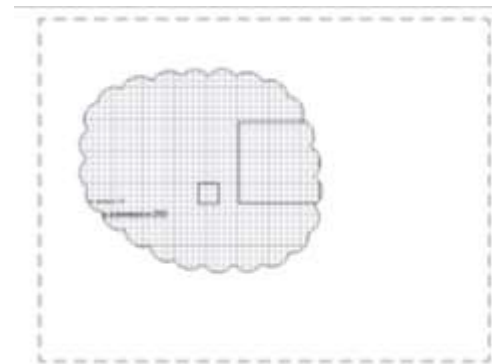


Рис. 130. Преобразование видового экрана

Если уже оформленный видовой экран окажется неподходящей формы, его можно подрезать с помощью команды «*Подрезка*». Например, необходимо создать видовой экран треугольной формы. Для этого поверх видового экрана надо нарисовать замкнутую фигуру той формы, которую должен принять будущий видовой экран (рис. 131). Далее выбирают функцию *Подрезки* и указывают видовой экран, который необходимо подрезать и указать фигуру, которая должна стать границами видового экрана.

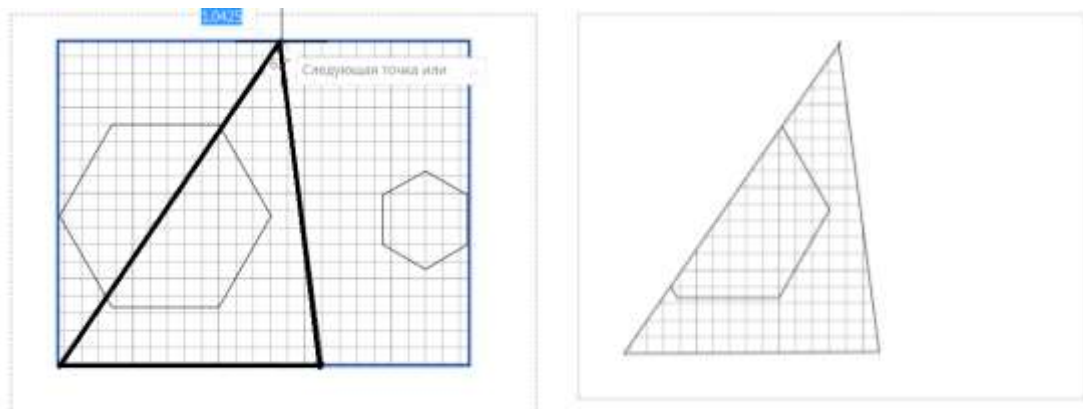


Рис. 131. Подрезка видового экрана

Для примера создадим в пространстве *Модели* геометрические фигуры разного масштаба (рис. 132). Конечной целью будет компоновка чертежа на

вкладке *Лист* таким образом, чтобы изображаемые фигуры были одинакового размера.

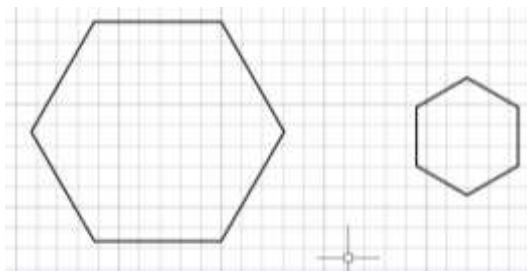


Рис. 132. Геометрические фигуры

Итак, выведем каждый созданный объект в отдельном видовом экране, чтобы получить эти объекты одинакового размера без их редактирования. Таким образом, создаем два видовых экрана. Для каждого видового экрана зададим свой масштаб, например, 1:100 и 1:50. Перед выбором масштаба, необходимо зайти в область видового экрана, щелкнув два раза левой клавишей мыши внутри него, и простым перемещением и увеличением, оставить в области видового экрана только необходимый объект. Это делается, потому что

после выбора масштаба изображение внутри видового экрана меняется, и необходимый объект может исчезнуть из видимой области, и его затем будет сложно найти. Внутри видового экрана весь чертеж можно перемещать инструментом «Лана», который также появляется при нажатии на колесико мыши. Для выхода из видового экрана достаточно два раза щелкнуть за его границами (рис. 133).

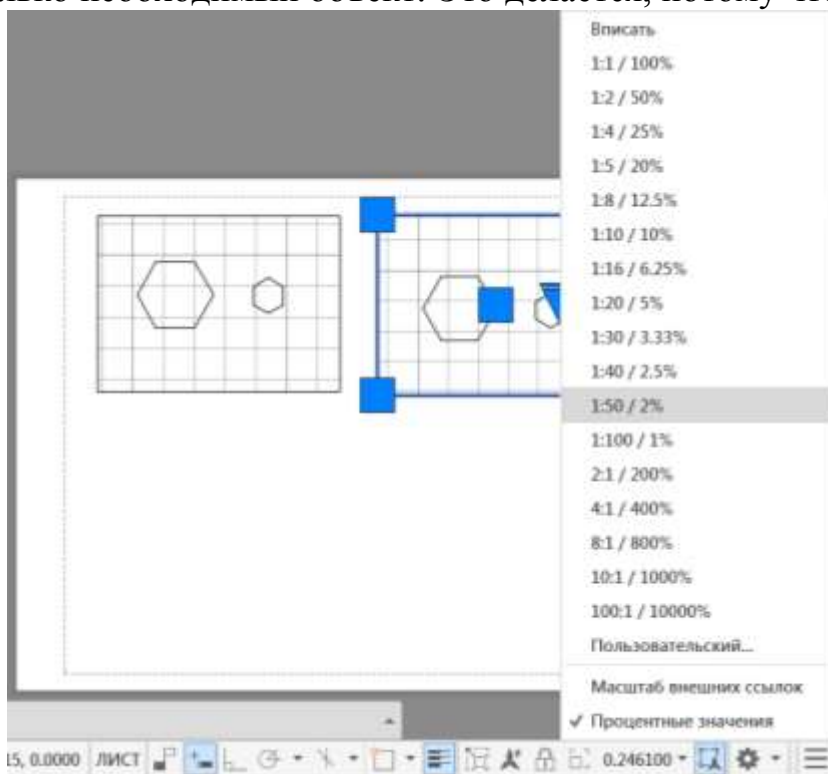


Рис. 133. Задание масштаба видового экрана

Чтобы в дальнейшем выделенная область в видовом экране не съехала и случайным образом не изменился масштаб, его необходимо заблокировать: выделяется необходимый видовой экран и нажимается иконка желтого замочка на строке состояния. В заблокированном видовом экране можно производить редактирование объектов, при этом внутреннее содержимое блока меняться не будет. Края видового экрана можно сделать невидимыми, в том числе и при печати, скрыв соответствующий слой.

После создания видового экрана листа можно изменять его размеры, свойства, масштаб, а также при необходимости перемещать его. Для наиболее распространенных изменений можно выбрать видовой экран листа и использовать его ручки (рис. 134).

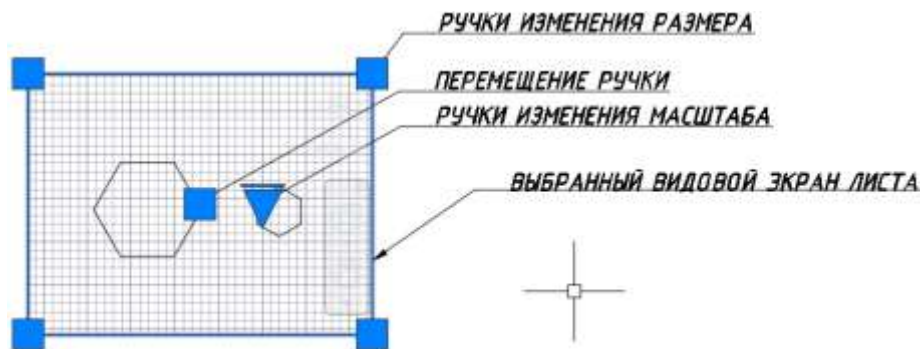


Рис. 134. Ручки для изменения видового экрана

7.3. Создание 3D-примитивов

В AutoCAD возможно создание различных поверхностей:

Твердотельная модель представляет собой 3D-объект, в котором используются такие свойства, как масса, объем, центр тяжести и моменты инерции. Твердотельные модели удобно использовать как строительные блоки, из которых строится модель. Начать можно с построения простых тел, например с конусов, ящиков, цилиндров и пирамид. Можно построить пользовательское политело выдавливания, а так же применить различные операции сдвига для создания форм тел, соответствующих указанной траектории. Затем объекты можно изменять или перекомпоновывать, создавая, тем самым, тела новых форм.

Модель поверхности представляет собой бесконечно тонкую оболочку, форма которой соответствует форме 3D-объекта. Модели поверхности создаются с помощью нескольких инструментов из набора средств, используемых для твердотельных моделей. Например, для создания модели поверхности можно использовать операции **Сдвиг**, **Вращение** и **Построения по сечениям**. Разница заключается в том, что модели поверхности являются разомкнутыми. Модели тел замкнуты.

Модель сети состоит из вершин, ребер и граней, в которых для определения 3D-формы используется многоугольное представление (включающее треугольники и четырехугольники). В отличие от моделей тел, сеть не имеет свойств массы. Но, как и в случае с 3D-телами, в AutoCAD имеется возможность создавать простые формы сети (ящики, конусы и пирамиды). Затем модели сети можно изменять способами, которые не действуют для 3D-тел и поверхностей. Например, можно применять сгибы, разделения и повышенные степени сглаживания. Чтобы изменить форму объекта, можно перетаскивать подобъекты сети (грани, ребра и вершины). Чтобы достичь большей зернистости, можно, перед тем как изменять сеть, в

определенных областях уточнить ее. скрытие, тонирование и визуализацию модели тела, не обладающей физическими свойствами, такими как масса, моменты инерции и т.д.

В AutoCAD существует группа объемных тел, называемых примитивами, геометрическая форма которых заранее определена применением специальных инструментов моделирования. Во вкладке *Моделирование* расположены ряд инструментов для создания 3D-тел (рис. 135):

Модели сети позволяют выполнять

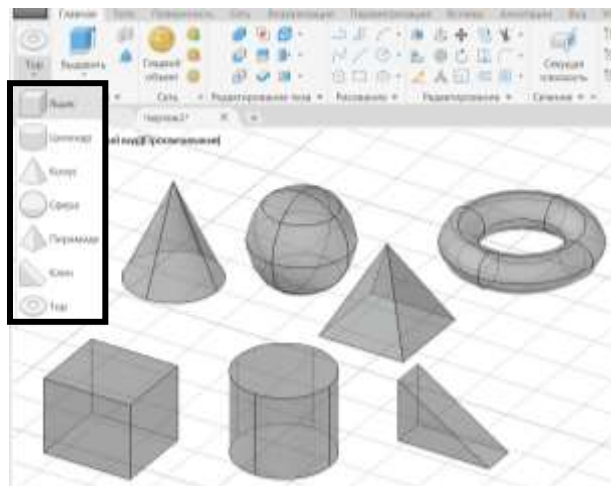


Рис. 135. Инструменты для создания моделей тел

1. **Ящик** – команда для построения призматических поверхностей. Задается начальная точка угла нижнего основания призмы, затем задаются, либо координаты второго угла основания, либо размеры основания (сначала размер по оси X , затем – по оси Y), далее задают высоту призмы;

2. **Цилиндр**. Для создания цилиндра задают центр основания (его координаты), радиус/диаметр основания, высоту поверхности;

3. **Конус**. Поверхность строится по аналогии с цилиндром. Для создания усеченного конуса, необходимо выделить поверхность и, потянув боковую синюю ручку вершины в сторону, задать величину радиуса/диаметра верхнего основания (рис. 136);

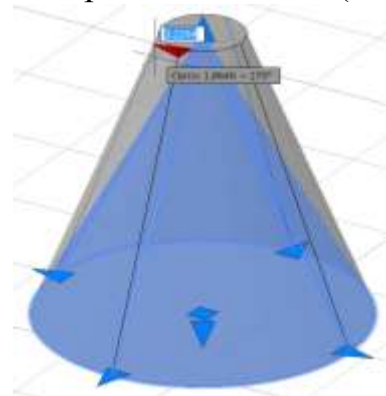


Рис. 136. Построение усеченного конуса

4. **Сфера**. Если построение начинается с центральной точки, центральная ось сферы параллельна оси Z текущей ПСК. Для построения «По трем точкам» указываются три точки, определяющие размер и плоскость окружности или радиус. Для построения сферы, касательной к двум окружностям, дугам, отрезкам и некоторым 3D-объектам, используется параметр «ККР» (Касательная, касательная, радиус);

5. **Пирамида**. Основанием пирамиды служит плоская геометрическая фигура с числом сторон от 3-х до 32-х. Для установки количества сторон пирамиды, управления размером, формой и углом поворота создаваемых пирамид используется параметр «Стороны». Для создания усеченной пирамиды, сужающейся к плоской грани, используется параметр «Радиус верхнего основания». Грань усечения параллельна основанию и имеет то же

количество сторон, что и основание. Опция «2Точки» дает возможность задать высоту как расстояние между двумя дополнительными точками. Опция «Конечная точка оси» позволяет задать любую точку пространства, которая станет точкой вершины и тем самым повернет пирамиду вместе с основанием в пространстве (сохранится только точка центра основания);

6.Клин. Основанием клина служит геометрическая фигура в виде квадрата или прямоугольника. При вводе параметров клинообразного объекта необходимо указать координаты первого угла его основания, тогда наклонная грань будет расположена напротив этого угла;

7.Тор. Для построения поверхности необходимо задать два параметра: наружный диаметр тора и диаметр его полости (твердотельной части). Для создания открытого тора (с центральным отверстием) необходимо, чтобы диаметр тора был больше, чем диаметр его полости. Если диаметр полости будет больше диаметра тора, то в результате получится так называемый самопересекающийся тор, то есть тор, у которого отсутствует центральное отверстие

Плотностью изолиний на поверхности объекта (рис. 137) управляет системная переменная ISOLINES, значение которой по умолчанию равно 4. Системная переменная ISOLINES определяет количество линий контура для изображения поверхностей сферических, цилиндрических, а также конических тел и может принимать значения: целые числа от 0 до 2047.

Качество каркасного представления твердотельной модели можно улучшить, если увеличить значение переменной ISOLINES.

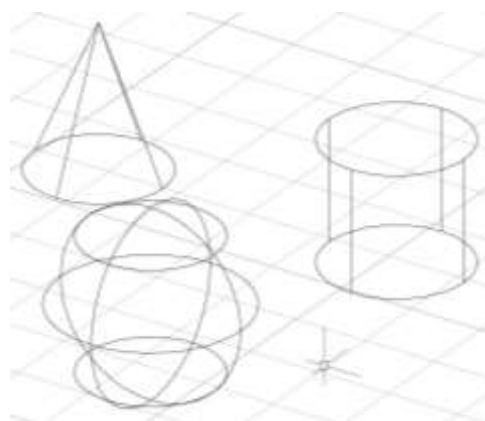


Рис. 137. Работа системной переменной ISOLINES

Чтобы визуально оценить полученные результаты необходимо после изменения значения переменной выполнить регенерацию экрана введением в командную строку команды РЕГЕН (рис. 138).

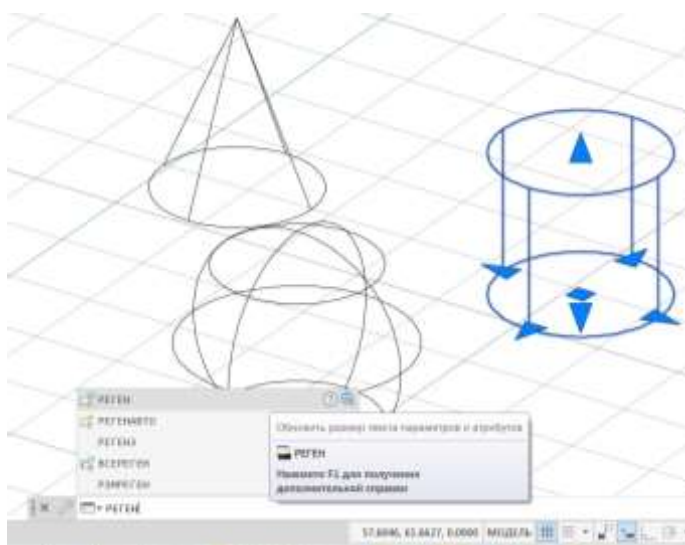


Рис. 138. Работа команды РЕГЕН

Количество изолиний на поверхностях, так же, как и визуальные стили, параметры *3D-перекрестья* и т.д. можно настроить через меню «*Параметры 3D моделирования*» (рис. 139).

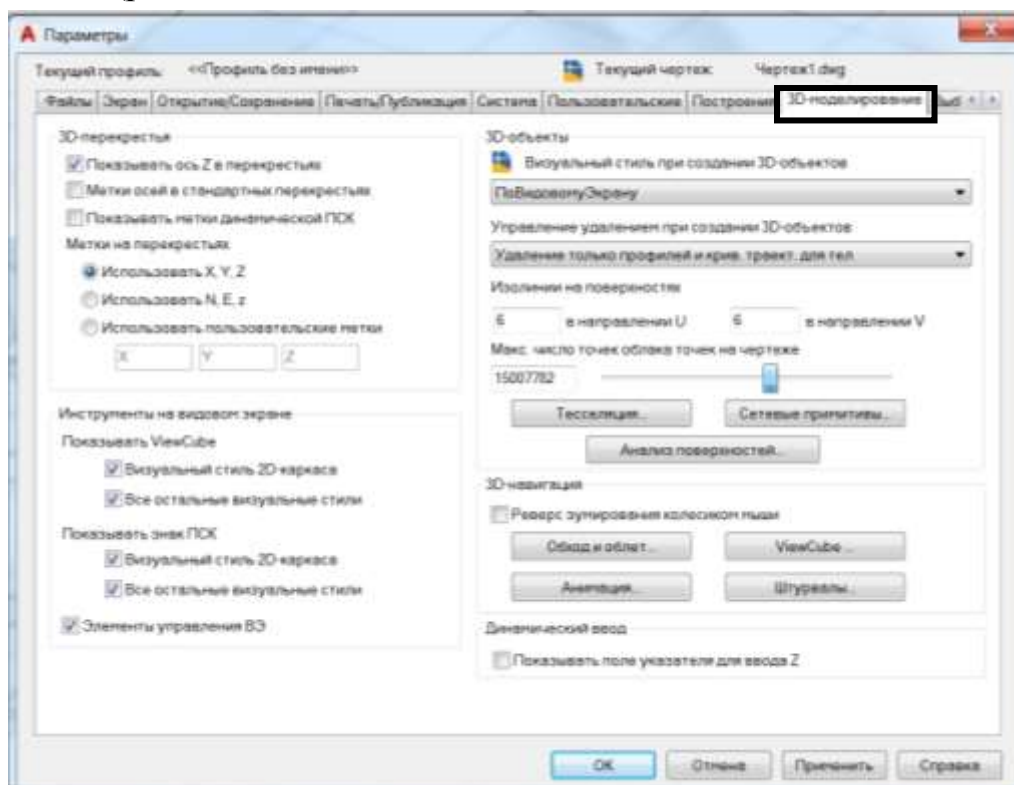


Рис. 139. Настройка параметров 3D-моделирования

7.4. Динамическое создание поверхностей

В системе AutoCAD предусмотрены способы формирования 3D-поверхностей из 2D-объектов с помощью динамических пространственных операций. В твердотельном моделировании, прежде чем сформировать какое-либо объемное тело необходимо определенным способом подготовить плоский чертеж, являющийся исходным контуром и только после этого применить к нему определенные инструменты по формированию 3D-тела. Если исходный плоский объект состоит из отдельных элементов, например, отрезков, даже если они представляют собой замкнутый объект, необходимо выполнить дополнительное их слияние, используя команду редактирования **Соединить** (рис. 140). В противном случае, программа AutoCAD создаст не твердое тело, а поверхность, состоящую из тонких стенок плоскостей (рис. 141).

Команды **Выдавить**, **По сечениям**, **Вращать** и **Сдвиг** могут быть использованы для работы с ребрами и гранями тел или подобъектами (сегментами полилиний) для создания поверхностей (рис. 142). Для того чтобы использовать ребра или сегменты полилиний в качестве профиля или пути необходимо выделить их, удерживая при этом клавишу CTRL. Кроме того, при вызове данных команд доступна возможность выбрать режим, позволяющий

выбрать тип создаваемого объекта при выдавливании или вращении замкнутого контура.

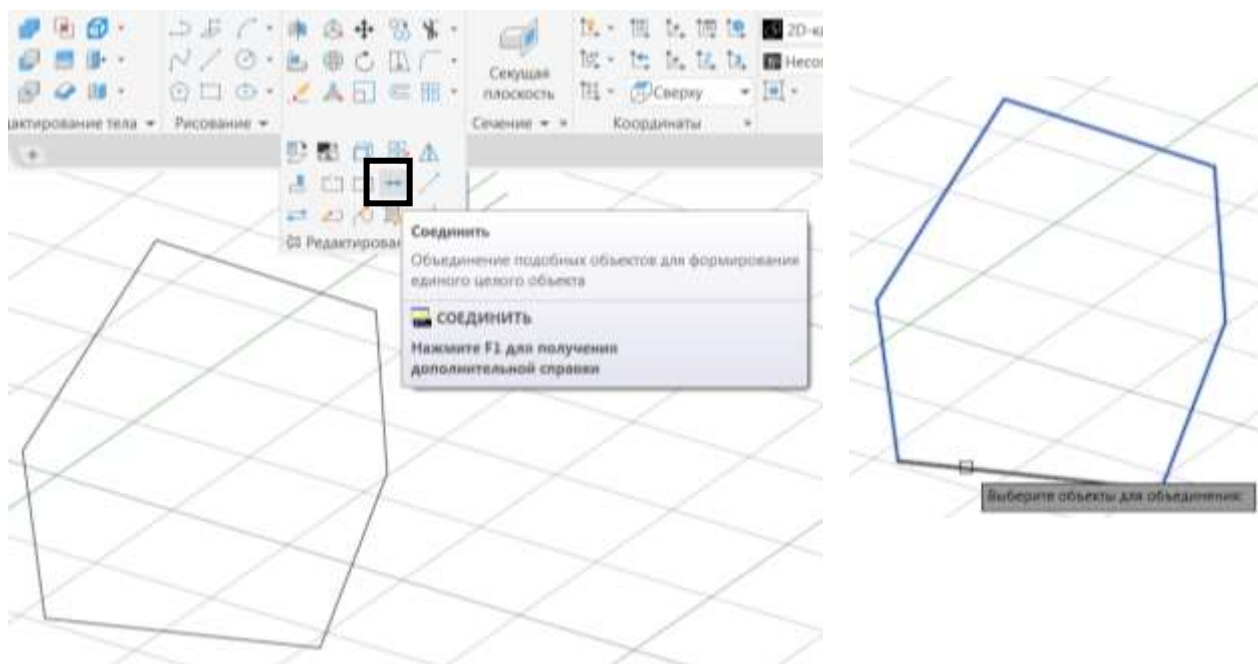


Рис. 140. Соединение отдельных отрезков в единое целое

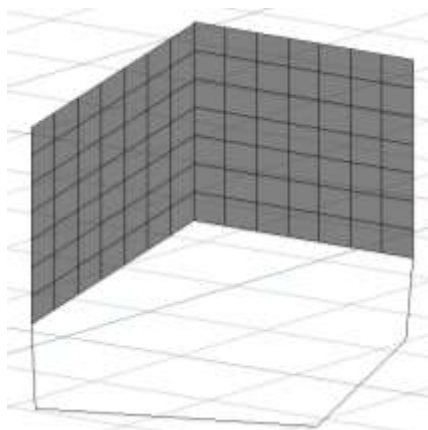


Рис. 141. Создание поверхности, состоящей из тонких стенок

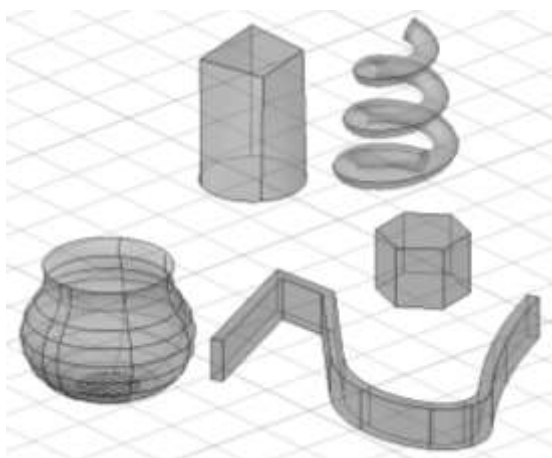


Рис. 142. Тела, созданные на основе 2D-операций

Рассмотрим перечисленные операции создания 3D-тел:

1. Команда **Выдавить** предназначена для получения объемных тел путем выдавливания различных двумерных объектов. Данную операцию часто называют экструзией (рис. 143). Исходными объектами могут быть полилинии, окружности, эллипсы, дуги, эллиптические дуги, кольца и т.д.. По умолчанию выдавливание осуществляется перпендикулярно к плоскости исходного объекта.

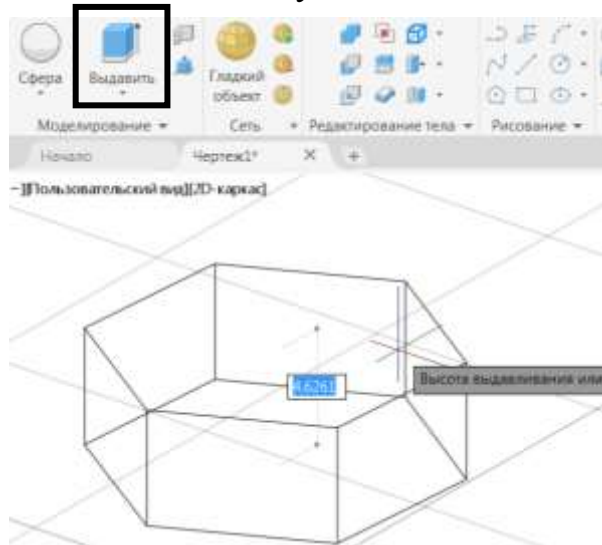
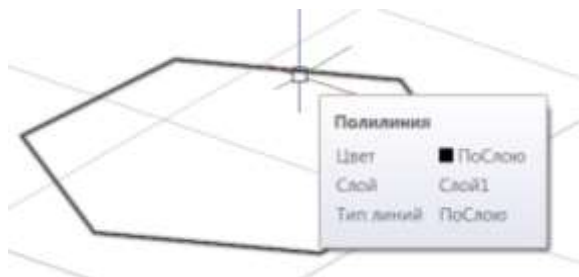


Рис. 143. Команда Выдавить

Опция **«Направление»** задает направление выдавливания (рис. 144). Для этого необходимо указать две точки, которые зададут вектор выдавливания. Воспользовавшись опцией **«Траектория»**, можно выдавить исходную форму вдоль любой направляющей, которой может быть отрезок, окружность, эллипс, дуга, сплайн или полилиния. При этом объект, задающий направление выдавливания, не должен находиться в одной плоскости с исходным контуром.

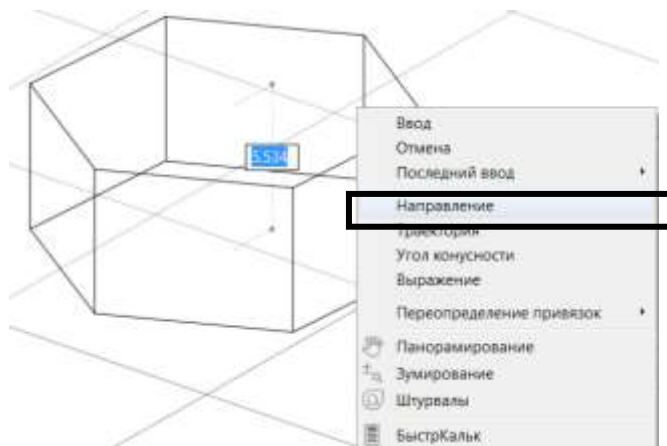


Рис. 144. Опция Направление выдавливания

Опция **«Угол конусности»** позволяет задать значение угла конусности (рис. 145). В этом случае грани создаваемого объекта будут сходиться, если задан положительный угол. Если же ввести отрицательный угол конусности, то объект будет расширяться.

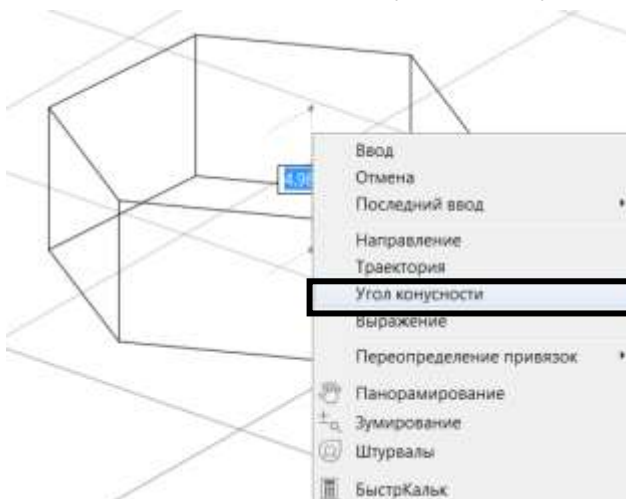


Рис. 145. Опция Угол конусности

2. Команда **Лофт** – один из самых эффективных методов создания сложных 3D-тел. Этот метод позволяет интерполировать внешнюю поверхность по замкнутым промежуточным сечениям (рис. 146). Форма получаемого 3D объекта напрямую зависит от профилей поперечного сечения и их местоположения в пространстве. Количество и форма сечений могут быть любыми, но приемлемый результат обычно получается для достаточно гладких объектов (например, сплайновых). После выбора поперечных сечений в командной строке представлены основные опции команды:

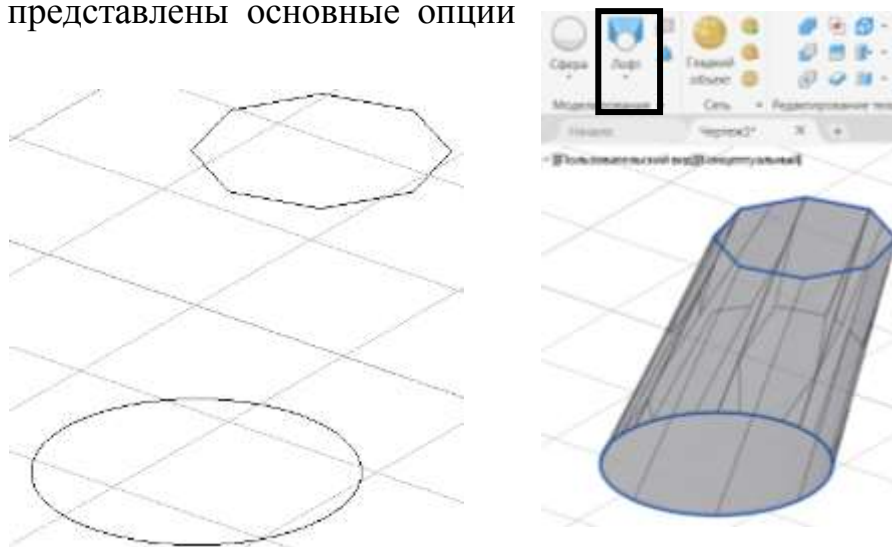


Рис. 146. Команда Лофт

3. Команда **Вращать** создает 3D-тела, вращая замкнутые плоские объекты вокруг оси. Осью для команды вращения может служить только отрезок прямой. Этот отрезок может, как физически существовать в пространстве модели, так и быть воображаемым. Контурами для команды могут быть замкнутые несамопересекающиеся полилинии (рис. 147); области; грани 3D-тел. После вызова команды и выбора объекта доступна опция «Режим» и еще несколько опций: **360** – осуществляется вращение контура на 360° (по умолчанию); **Начальный угол** – определяет от какого начального угла начинается построение; **Обратить** – изменение направления вращения.



Рис. 147. Команда Вращение

4. Команда **Сдвиг** создает 3D-тела, сдвигая замкнутые плоские объекты вдоль траектории сдвига. Исходными контурами для команды **Сдвиг** могут быть замкнутые несамопересекающиеся полилинии; области; грани 3D-тел. Траекторией для команды сдвига могут служить отрезки; окружности и дуги; эллипсы и эллиптические дуги; полилинии без самопересечений; сплайны; спирали; трехмерные полилинии; кромки трехмерных тел и поверхностей. В отличие от команды **Выдавить**, нет необходимости располагать сечение и траекторию в различных плоскостях. Команда **Сдвига** сама располагает поперечное сечение объекта по нормали к траектории в каждой точке. По умолчанию вдоль траектории двигается центр тяжести сечения (рис. 148).

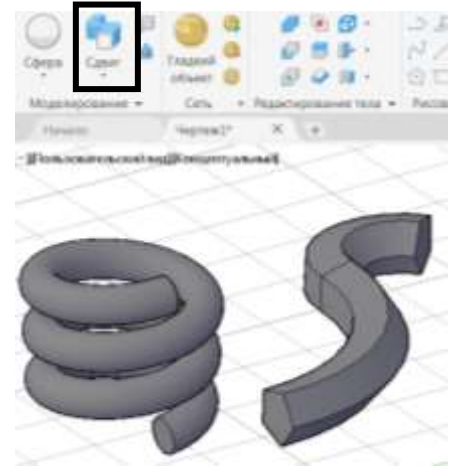
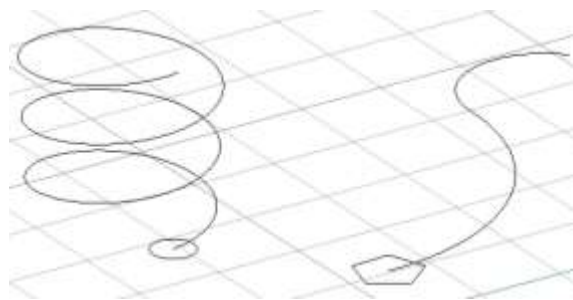


Рис. 148. Команда Сдвиг

8. РЕДАКТИРОВАНИЕ 3D-ТЕЛ

8.1. Инструменты 3D-Гизмо

С помощью **3D-Гизмо-операций** в AutoCAD можно перемещать, поворачивать и масштабировать 3D-объекты относительно осей X , Y , Z , либо плоскости (фронтальной, горизонтальной, профильной). Инструменты **3D-Гизмо** расположены на тематической панели «Выбор» вкладки Ленты «Главная» (рис. 149). Следует иметь в виду, что Гизмо-операции не работают в визуальном стиле 2D-каркас.

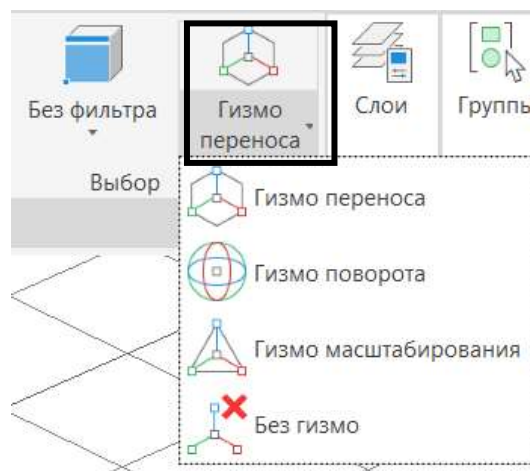


Рис. 149. Инструменты Гизмо-операции

По умолчанию, при выборе 3D-объекта активизируется *Гизмо-перенос* (рис. 150). Внутри 3D-тела появляются три оси разного цвета X (красная), Y (зеленая) и Z (синяя), вдоль которых можно перемещать объект. Причем, если, даже, увести курсор в сторону, 3D-тело все равно будет перемещаться вдоль выбранной оси. После того, как указанная ось поменяет свой цвет на желтый (при наведении курсора на ось), можно переместить объект в нужную сторону. Осуществляется также перенос относительно плоскостей (XY, YZ и XZ) в пространстве. Кроме того, в процессе работы можно изменить положение *Гизмо*, задать зависимость перемещения или создать пользовательское *Гизмо* (рис. 150).

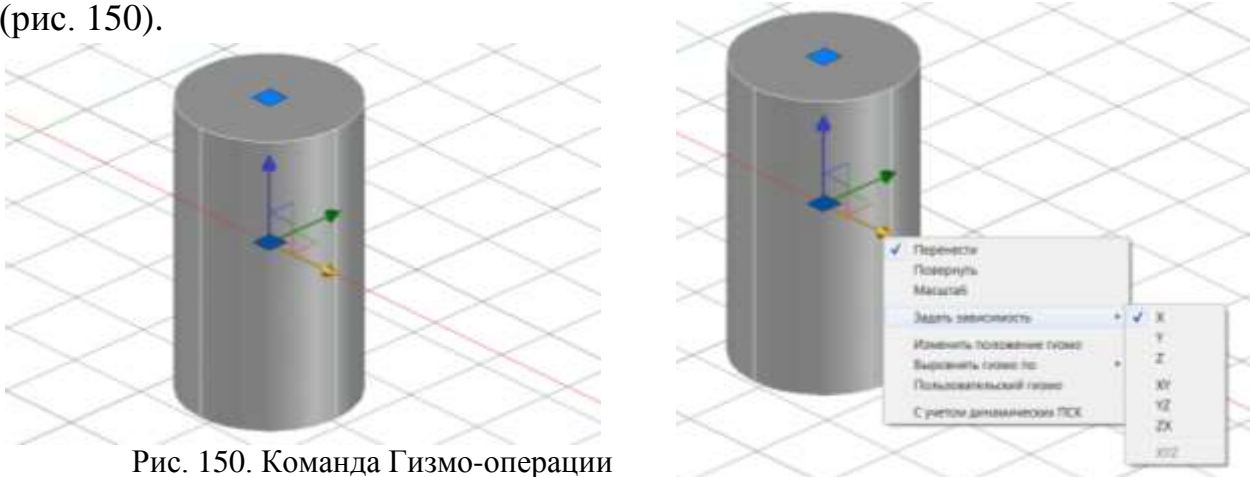


Рис. 150. Команда Гизмо-операции

В AutoCAD поворот 3D-тела выполняется с помощью команды *Гизмо-поворота*. Объекты перпендикулярно казанной оси (рис. 151).

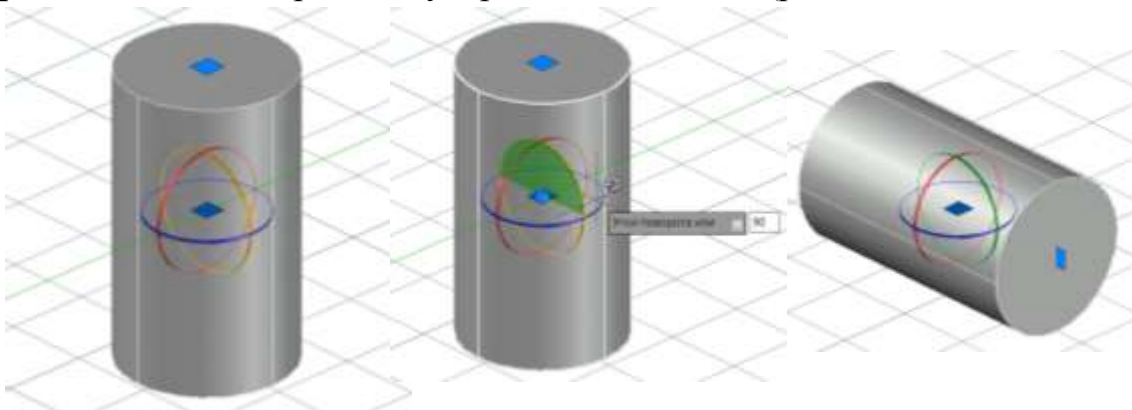


Рис. 151. Команда Гизмо-поворот

Гизмо масштабирование масштабирует объект прямо пропорционально всем 3 осям аксонометрии (рис. 152).

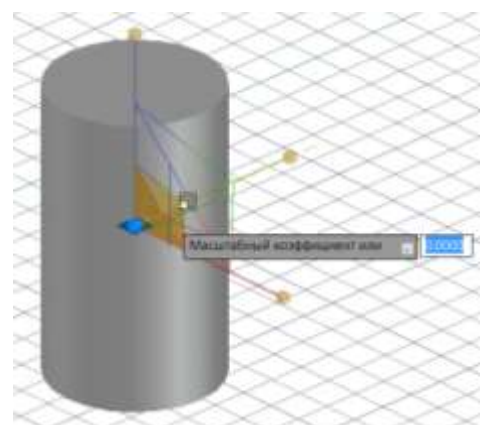


Рис. 152. Команда Гизмо-масштабирование

Либо, при отсутствии необходимости, можно вовсе отключить гизмо-операции с помощью команды *Без гизмо*.

8.2. Редактирование тела

Предлагаемые AutoCAD логические команды позволяют из нескольких объектов одного типа создавать новые, более сложные формы. В результате выполнения команд *Объединение*, *Вычитание*, *Пересечение* и т.д., находящихся на вкладках Ленты «Главная» и «Тело», создается цельный составной объект.

Объединение. Команда позволяет создать сложное тело путем объединения нескольких простых. Если исходные тела соприкасаются или пересекаются, то получится единое тело и они будут выделяться как один объект (рис. 153).

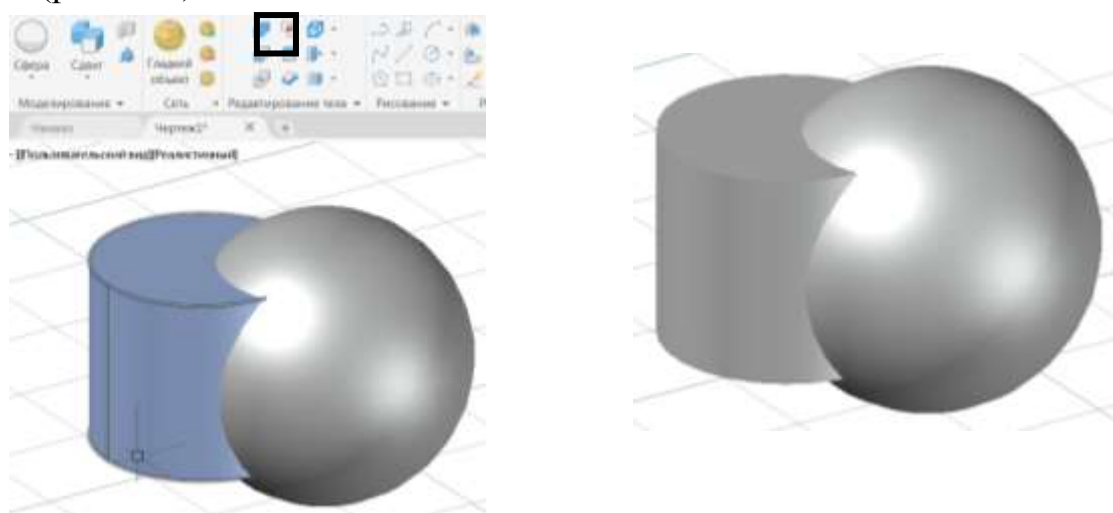


Рис. 153. Пример выполнения команды Объединение

Пересечение. Команда позволяет создать новое тело, выделив общую часть заданных объектов. При этом исходные тела после выполнения команды удаляются (рис. 154).

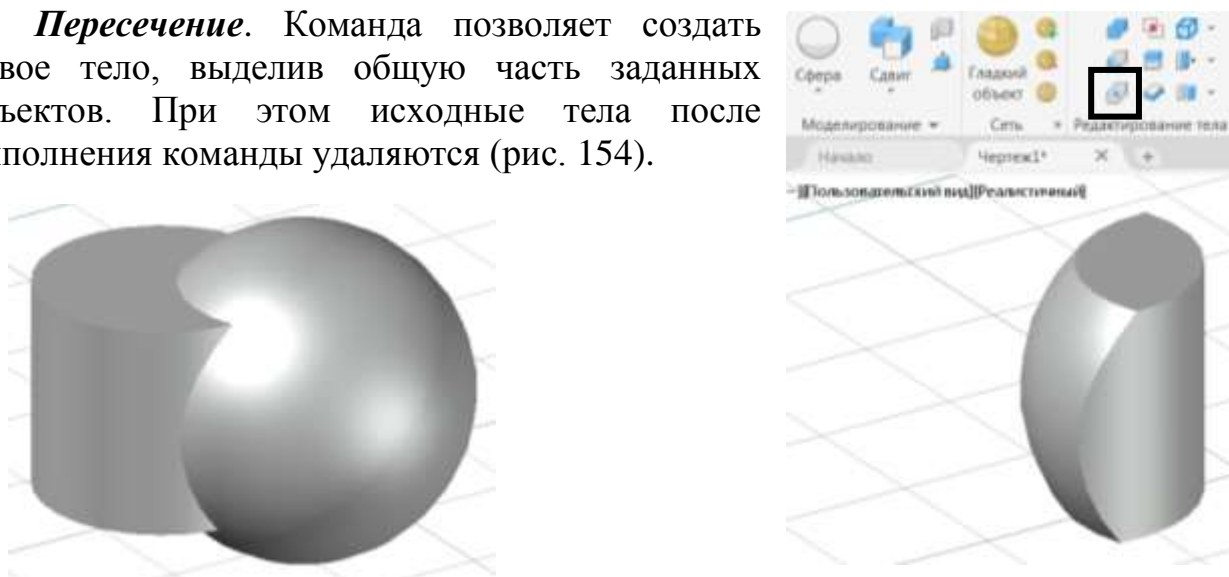


Рис. 154. Пример выполнения команды Пересечение

Вычитание. Команда создает новый объект методом вычитания одного множества тел из другого. Применительно к твердотельным моделям данная команда может использоваться, например, для создания отверстий (рис. 155). Для выполнения команды следует: на панели *Редактирование тела* выбрать операцию *Вычитание*; указать объекты из которых нужно вычесть определенный объем. Нажать Enter; затем выбрать объекты, которые нужно вычесть. Нажать Enter.

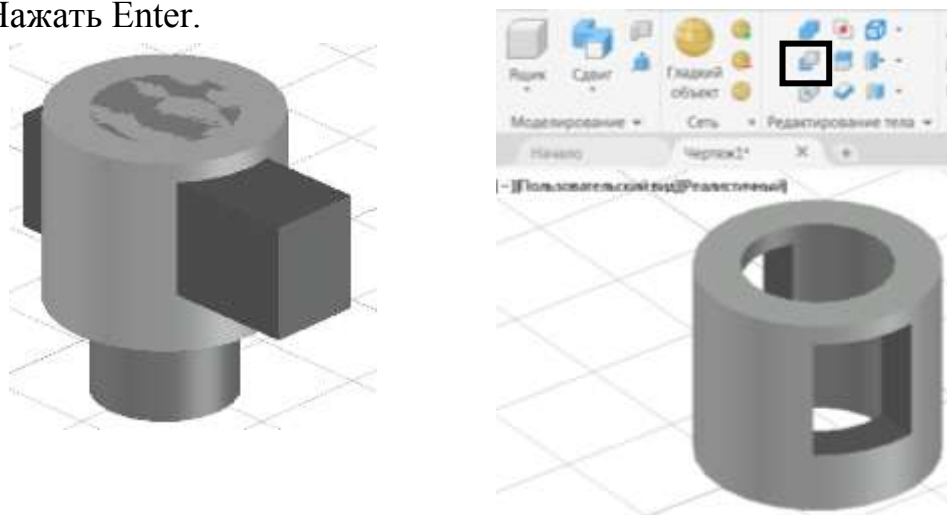


Рис. 155. Пример выполнения команды Вычитание

8.3. Редактирование граней

Параметры группы *«Редактирование граней»* во вкладке *«Редактирование тела»* (рис. 156) позволяют редактировать грани твердотельного объекта. Выбрав один из параметров, можно перемещать, удалять, поворачивать, копировать грани, изменять их цвет и т.д.

При вызове команд *Редактирования граней*, необходимо выделить нужные грани, подтвердить выбор с помощью клавиши Enter и выполнять последовательно требования системы.

При выполнении команд редактирования граней следует соблюдать следующие правила:

1. не выбирать много граней для одной операции;
2. лишние выделенные грани можно удалить из набора, предназначенного для выполнения команды с помощью нажатия клавиши Shift;
3. там, где требуется значение угла, следует предварительно убедиться в том, что операция физически осуществима.

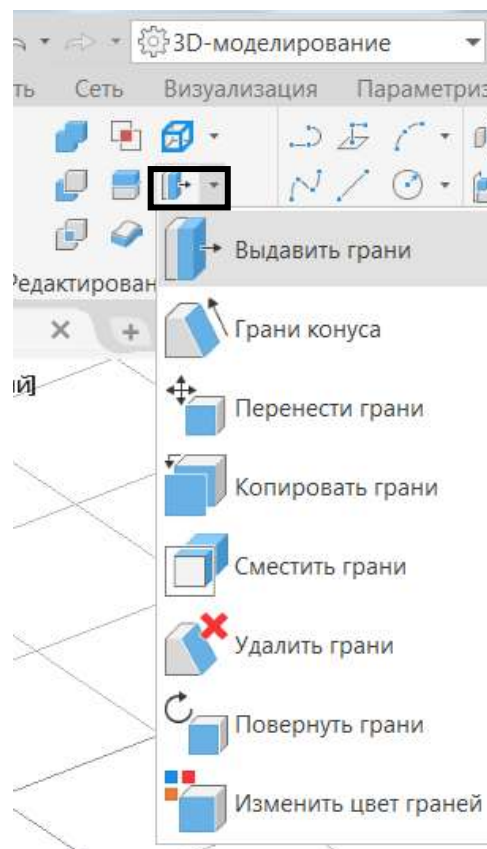


Рис. 156. Команды редактирования граней тел

Выдавить грани. Команда предназначена для выдавливания плоских граней тела по заданной траектории или путем введения в командную строку численных значений глубины выдавливания и угла сужения.

Не следует путать команды **Выдавить грани** с командой **Выдавить**. Инструментом редактирования **Выдавить грани** производится выдавливание только его грани (граней).

Причем, выдавливание грани возможно как в положительном направлении (от тела), так и в отрицательном (во внутрь тела). Прежде чем выдавить грань, ее предварительно нужно выбрать, а для этого грань должна быть видимой.

Опция «**Угол сужения**» предлагает задать угол сужения грани (рис. 157).

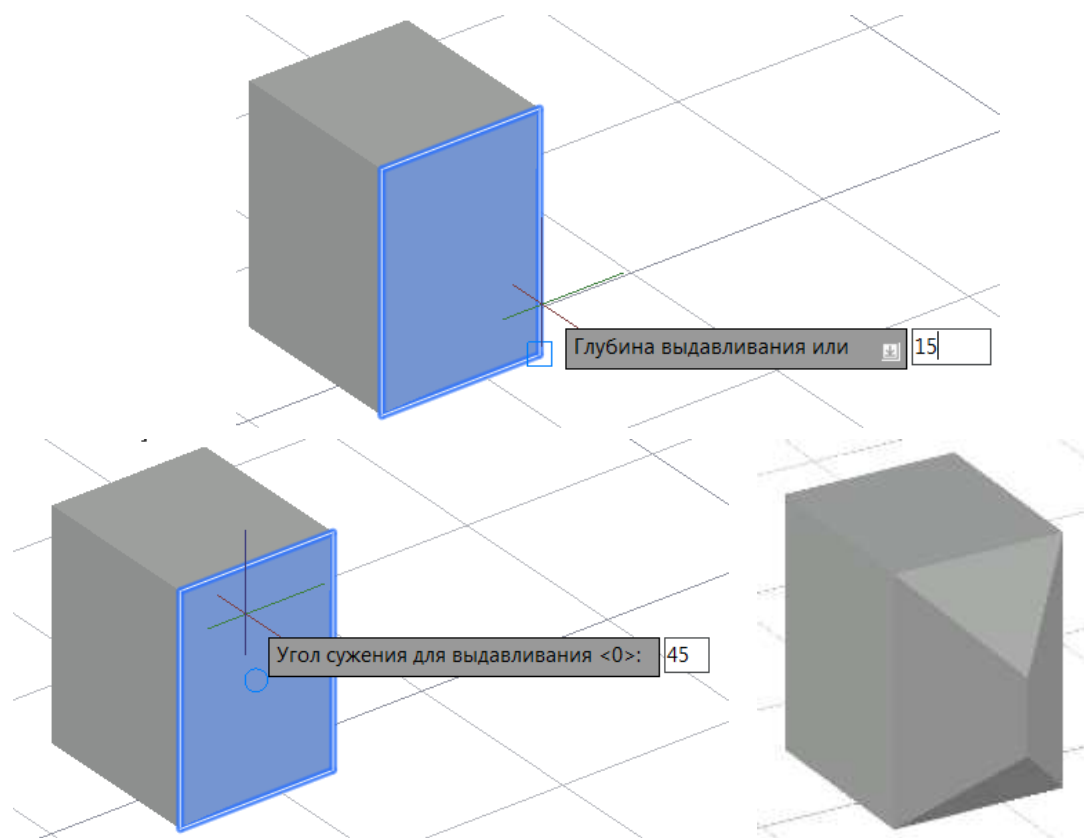


Рис. 157. Пример выполнения команды Выдавить грани и угол сужения грани

Грани конуса. Команда позволяет свести указанную грань на конус относительно заданной точки в заданном направлении (рис. 158).

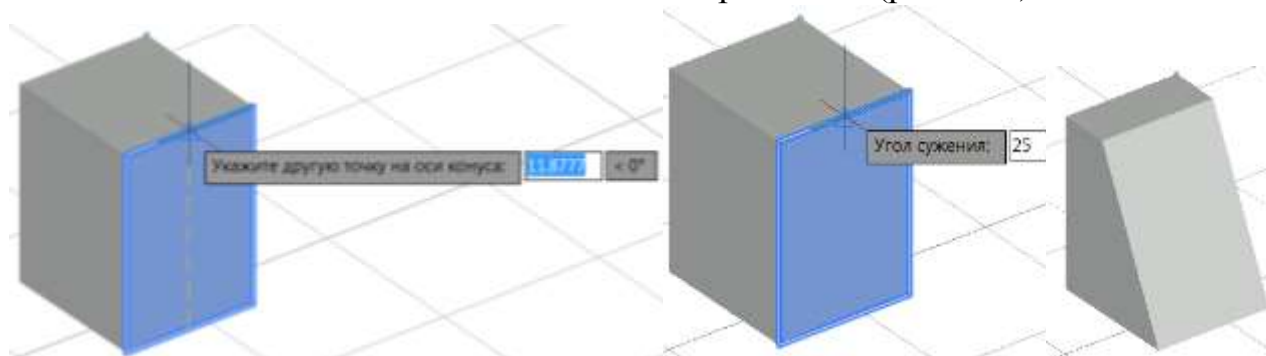


Рис. 158. Пример выполнения команды Грани конуса

Угол сужения может быть как положительным, так и отрицательным. При выполнении этой команды базовая точка задается на ребре, которое должно остаться неподвижным. Следующая точка находится на том ребре, которое должно опуститься или подняться (в зависимости от знака угла). Указывать большие углы для сведения граней не рекомендуется, иначе профиль грани может сойтись в одну точку до того, как будет достигнута заданная глубина. Значение угла сужения может быть как положительным, так и отрицательным. По умолчанию угол сужения равен 0.

Перенести грани. Команда переносит грани на заданное расстояние. Работает так же, как и команда *Выдавить грани*, но без угла сужения. Новое положение грани задается указанием направления и численного значения расстояния перемещения, а также с помощью объектной привязки.

Сместить грани. Команда предназначена для смещения граней 3D-тела на заданное расстояние. Под смещением граней понимается равномерное изменение объема, например, расширение или сужение отверстий, выступов и других формообразований на объекте (рис. 159). Смещение каждой грани производится в направлении нормали к ней, причем положительное значение смещения увеличивает объем тела, а отрицательное - уменьшает.

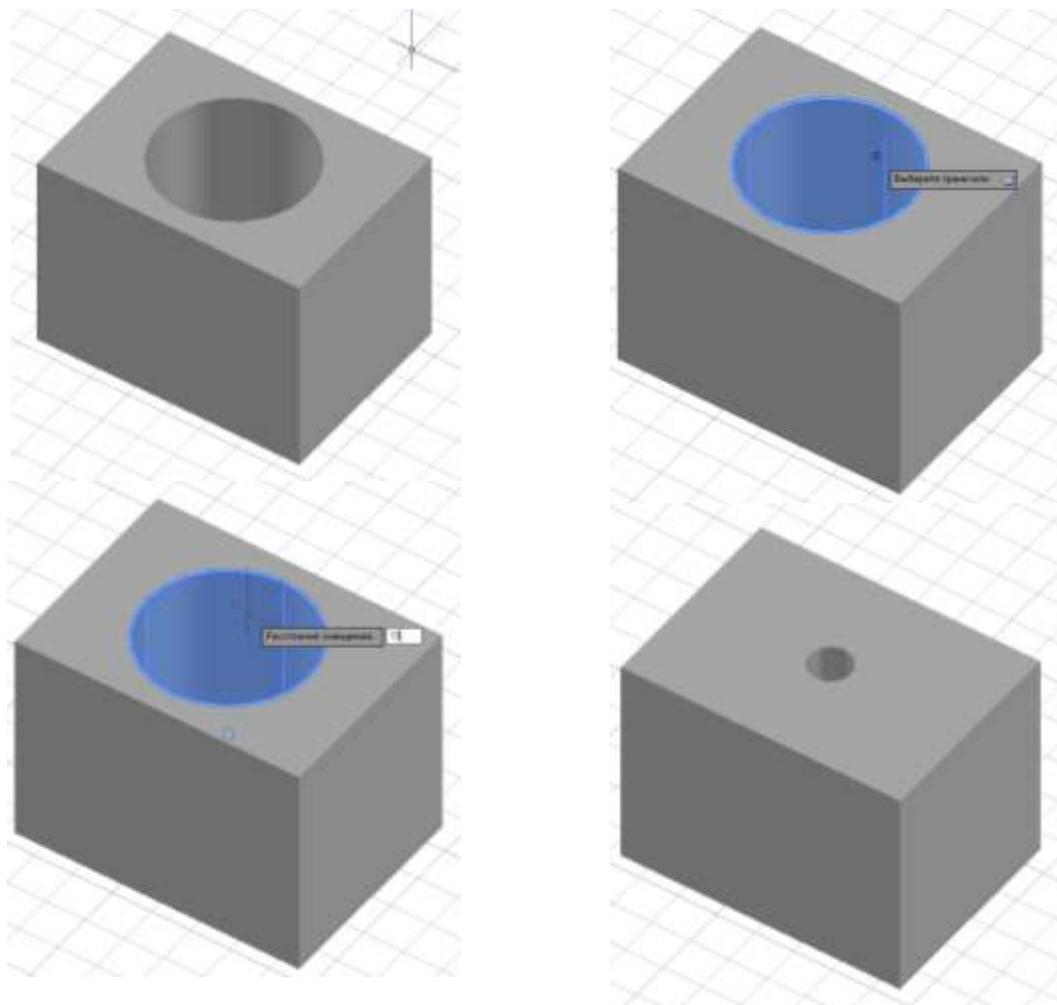


Рис. 159. Команда Сместить грани

Копирование граней. Команда предназначена для копирования граней твердотельного объекта (рис. 160). Процедура копирования граней аналогична процедуре смещения граней. Выбирается необходимая грань на поверхности объекта (набор граней), задается первая точка, которая используется как базовая, а следующая точка определяется объектной привязкой, или в командную строку вводится требуемое численное значение расстояния от базовой точки, на котором формируется копия. При копировании грани создается копия грани в виде области.

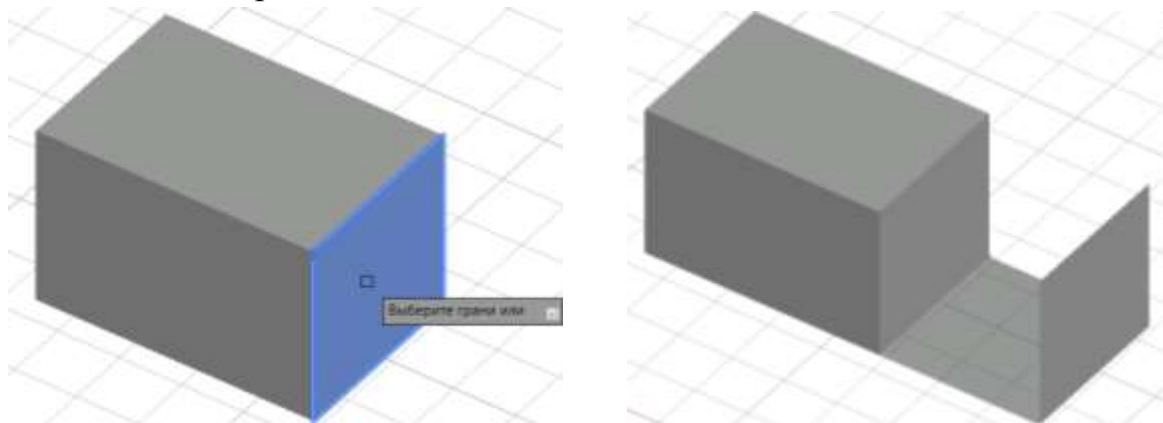


Рис. 160. Пример выполнения команды Копирование граней

Удаление граней. Команда предназначена для удаления граней (рис. 161). Это могут быть отверстия, фаски или грани сопряжения.

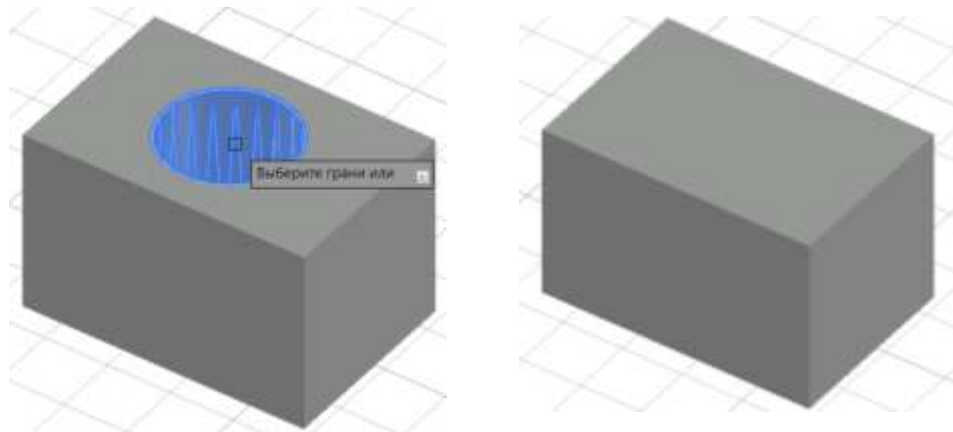


Рис. 161. Пример выполнения команды Удаление граней

Поворот граней. Команда выполняет поворот грани (набора граней) вокруг указанной оси, при этом выбирается базовая точка и задается цифровое значение угла поворота (рис. 162). Ось поворота определяется положением осей текущей ПСК или задается двумя точками. На рисунке 162 показан поворот грани отверстия относительно его центра на угол 45° .

Изменить цвет граней. Команда окрашивает грань в заданный цвет (рис. 163). Чаще всего используется при выделении грани, для последующего редактирования, при большом количестве объектов в пространстве модели.

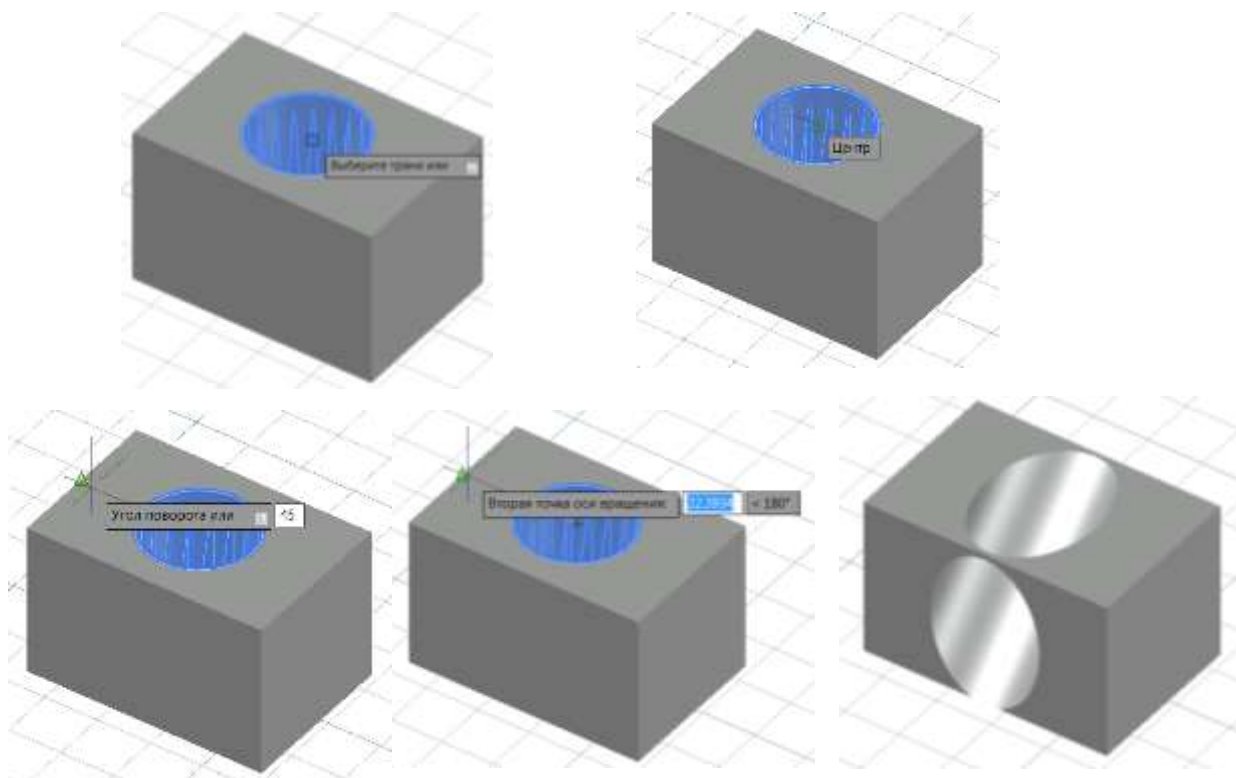


Рис. 162. Пример выполнения команды Поворот граней

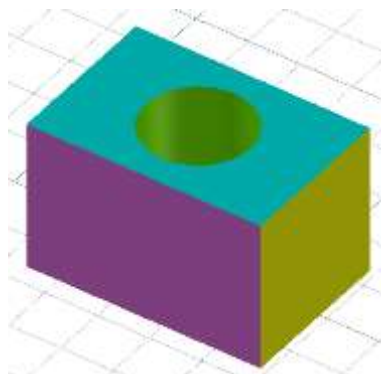


Рис. 163. Команда Изменить цвет граней

8.4. Редактирование ребер

Специальные приемы редактирования ребер выполняют помощью инструментов, размещенными на панели «**Редактирование тела**» вкладок Ленты «**Главная**» и «**Тело**» (рис. 164).

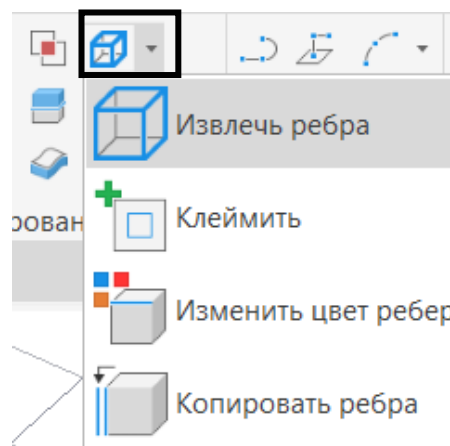


Рис. 164. Команды редактирования ребер

Извлечь ребра. Команда предназначена для извлечения (копирования) ребер с граней твердых тел или поверхностей (рис. 165). Извлеченные ребра формируют каркас, составленный из 2D-объектов (отрезков, окружностей) и 3D полилиний. Для выбора граней, ребер и составных элементов нужно нажать и держать клавишу CTRL.

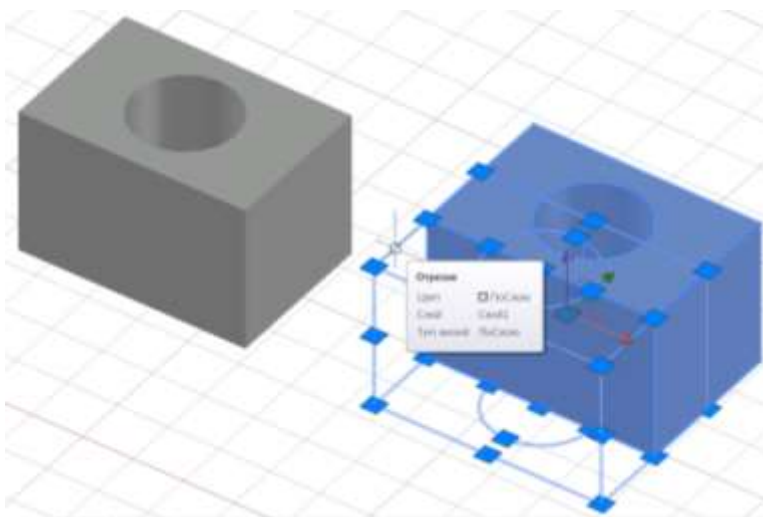


Рис. 165. Пример выполнения команды Извлечь ребра

Команда **Клеймить** позволяет создать клеймо на грани 3D объекта, на основании 2D-геометрии (рис. 166). В результате на 3D гранях образуются дополнительные кромки, связанные воедино с 3D-телом, которые можно использовать для создания дополнительных граней. Для того чтобы операция была успешной, необходимо наличие пересечения клеймящего объекта и грани (граней) выбранного тела. Клеймение может быть применено к объектам: дуги, круги, отрезки, 2D и 3D-полилинии, эллипсы, сплайны, области и 3D тела.

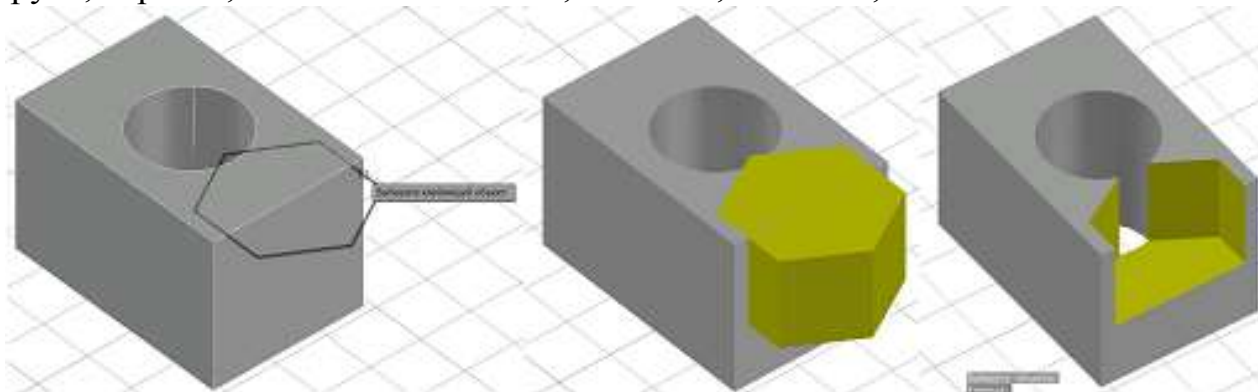


Рис. 166. Пример выполнения команды Клеймить

Изменить цвет ребер. С помощью этой команды можно изменить цвет образующих грани ребер 3D -тела (рис. 167).

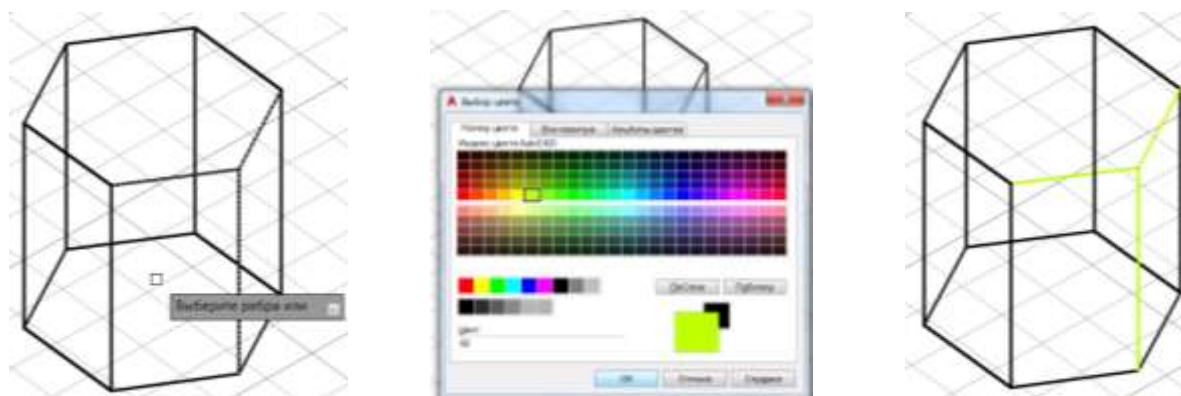


Рис. 167. Пример выполнения команды Изменить цвет ребер

Копировать ребра. Команда позволяет копировать ребра (рис. 168). В отличие от цельной копии грани, копия контура грани 3D-тела выполняется в виде набора ребер, которые легко можно видоизменить и затем преобразовать в полилинию для выполнения процедур выдавливания или вращения. Результатирующими объектами при копировании являются отрезки, дуги, окружности, эллипсы и сплайны. Если указаны две точки, то в качестве базовой, используется первая из них и копия размещается относительно нее. Если указана одна точка, то в качестве базовой, берется точка выбора объекта.

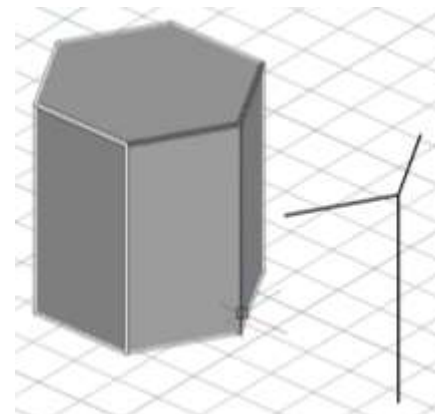


Рис. 168. Команда Копировать ребра

8.5. Дополнительные команды редактирования 3D-тел

Это команды, которые позволяют редактировать 3D-тело целиком. Они расположены на панели «*Редактирование тела*» вкладок Ленты «*Главная*» и «*Тело*» (рис. 169).

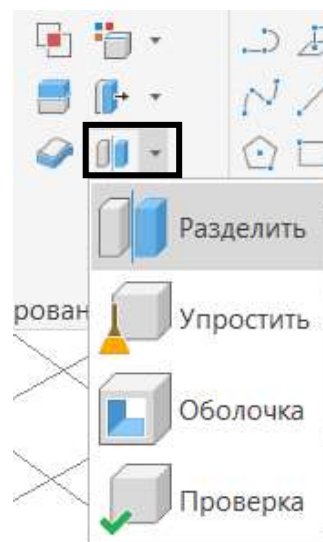


Рис. 169. Дополнительные команды редактирования тел

Разделить. Команда отменяет объединение тел (рис. 170), если они до этого были объединены с помощью команды *Объединить*.

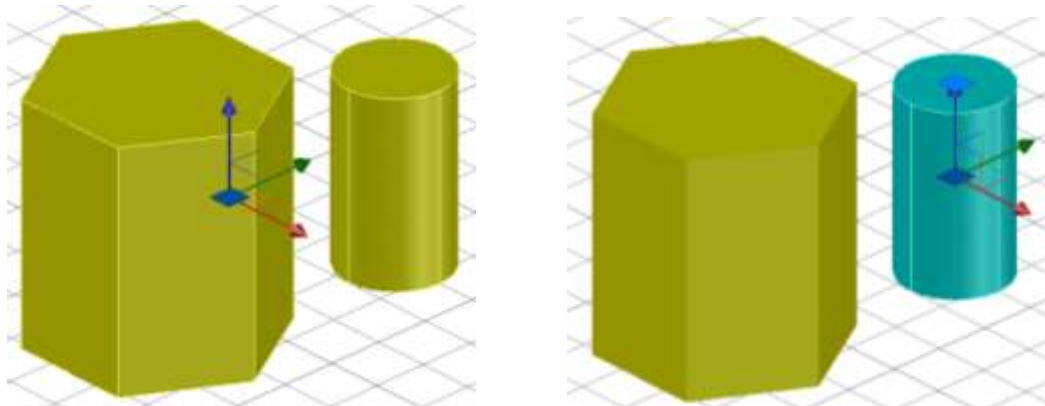


Рис. 170. Пример выполнения команды Разделить

Упростить. Команда позволяет очистить твердотельную модель от избыточных ребер и вершин, а также удалить оттиск, если таковой имеется.

Оболочка. Команда позволяет создать по форме тела тонкостенную оболочку заданной толщины (рис. 171).

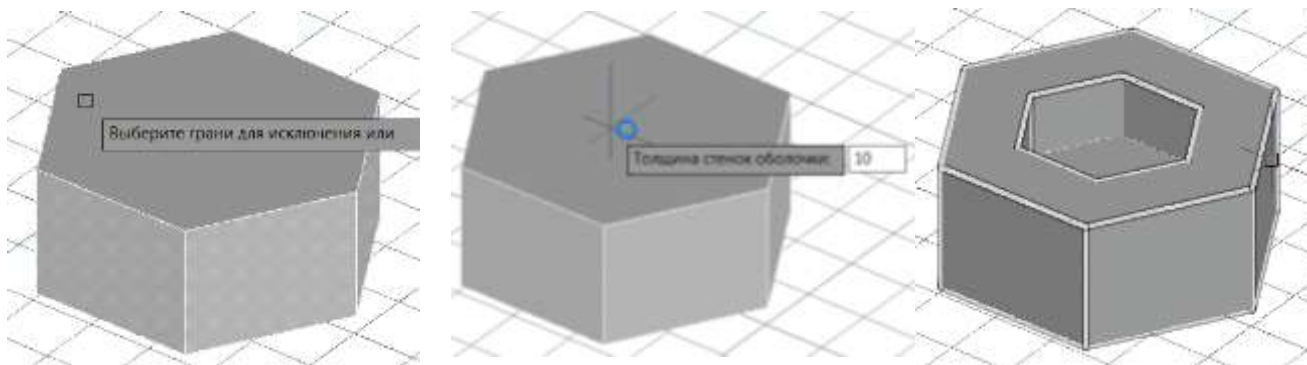


Рис. 171. Пример выполнения команды Оболочка

Проверка. Команда позволяет осуществить проверку, является ли объект допустимым телом.

Взаимодействие. С помощью данной команды можно увидеть и изучить временный трехмерный объект, образующийся при пересечении трехмерных фигур и поверхностей (рис. 172). После выбора двух взаимодействующих тел появляется окно «Проверка взаимодействий» с информацией о проделанных операциях (рис. 173).

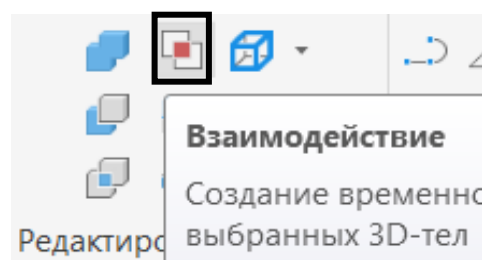


Рис. 172. Команда Взаимодействие

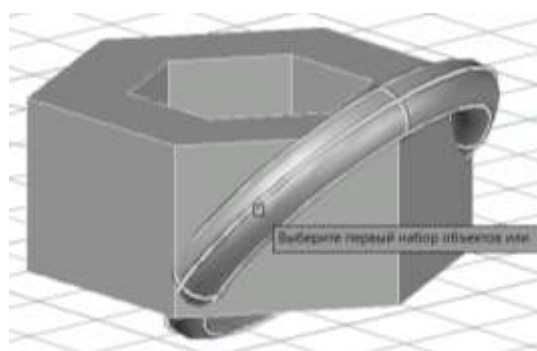


Рис. 173. Пример выполнения команды Взаимодействие

8.6. Выполнение разрезов 3D-тел

Сечение. Команда (рис. 174) позволяет разрезать твердотельный объект заданной плоскостью на две части. При этом можно либо удалить одну из отрезанных частей, либо оставить их обе на чертеже. При необходимости

исходный объект может быть восстановлен в первоначальном виде путем использования команды *Объединить*.

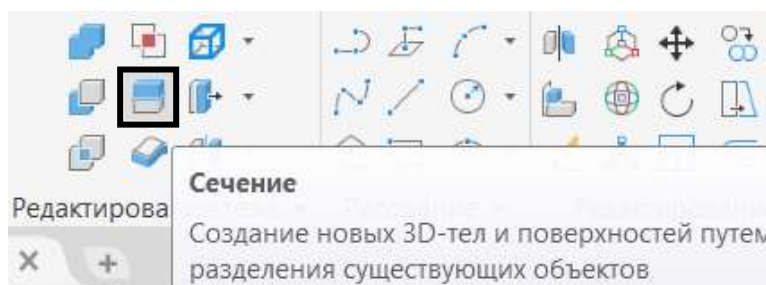


Рис. 174. Команда Сечение

После вызова команды и выбора объекта (или группы объектов) для разрезания, программа предлагает следующие опции (рис. 175):



Рис. 175. Опции команды Сечение

1. Плоский объект – режущая плоскость задается плоским объектом. В качестве объекта могут выступать: круг, эллипс, дуга, сплайн или плоская полилиния.

2. Поверхность позволяет непосредственно на чертеже выбрать поверхность (предварительно построенную), на которой должен быть произведен разрез.

3. Z ось предлагает указать положение оси X. Режущей плоскостью будет плоскость XY, перпендикулярная оси Z.

4. Вид – режущей плоскостью будет плоскость, параллельная текущему виду (параллельная плоскости экрана) и проходящая через заданную точку.

5. XY – режущей плоскостью будет плоскость, параллельная плоскости XY и проходящая через указанную точку.

6. YZ – режущей плоскостью будет плоскость, параллельная плоскости YZ и проходящая через указанную точку.

7. ZX – режущей плоскостью будет плоскость, параллельная плоскости ZX и проходящая через указанную точку (рис. 176).

8. 3 точки – режущая плоскость будет построена по трем точкам, которые следует указать. Данный метод используется по умолчанию.

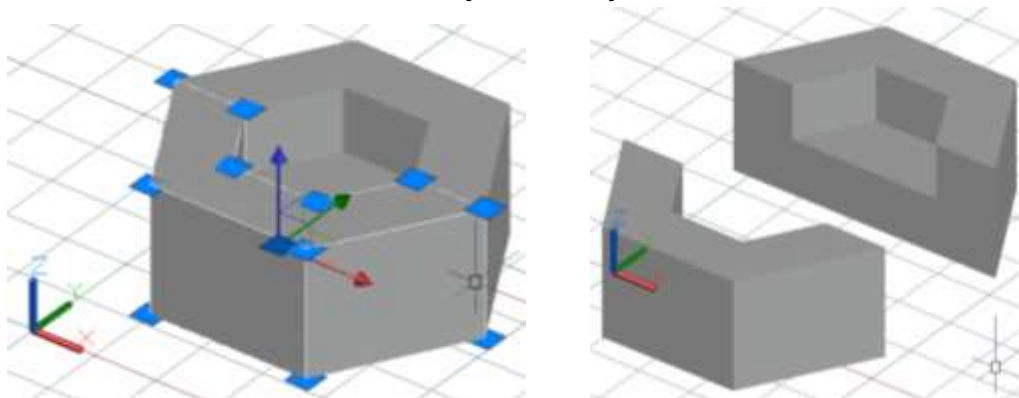


Рис. 176. Пример выполнения разреза тела режущей плоскостью ZX

8.7. Выполнение сопряжений и фасок 3D-тел

Команда *Сопряжение по кромке/Фаска по кромке* находится на вкладке «Тело» (рис. 177).

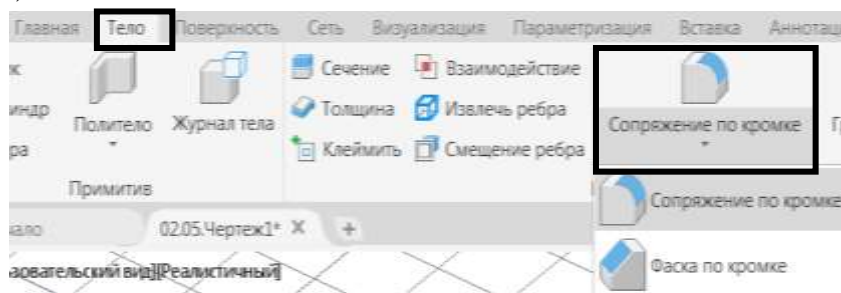


Рис. 177. Команда Сопряжение по кромке/Фаска по кромке

Для выполнения команды *Сопряжение по кромке*, необходимо с помощью правой клавиши мыши указать нужный радиус сопряжения (рис. 178). Не надо спешить выбирать 3D-объект. Необходимо еще раз нажать правой клавишей мыши и выбрать опцию «Цель», так как редко необходимо выполнять сопряжения лишь одного ребра поверхности. Затем, последовательно указывая на нужные ребра, можно завершить команду *Сопряжение по кромке*.

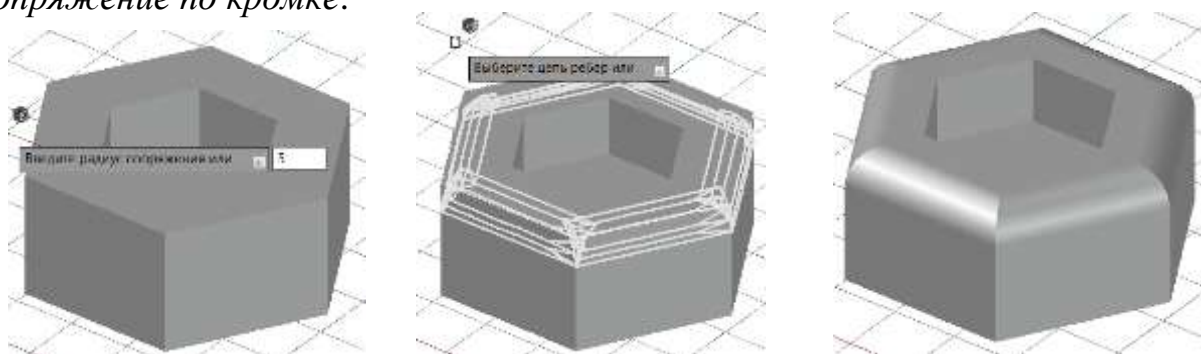


Рис. 178. Пример выполнения команды Сопряжение по кромке

При первом вызове команды *Фаска по кромке* система сразу просит указать ребро (длина фаски по умолчанию равна 1 мм). Выберите правой клавишей мыши опцию «Расстояние» и укажите нужную длину фаски (рис. 179). Система предложит выбрать длину второй фаски, где по умолчанию уже стоит выбранная пользователем длина, в предположении, что фаска симметрична (это наиболее распространенный случай). Если всё устраивает, то нажмите ввод. Если необходимо снять фаску со всех ребер, то, по аналогии с построением сопряжения, нужно выбрать с помощью правой клавиши мыши «Цель» и указать все необходимые ребра.

Команда «*Фаска по кромке*» не только снимает фаски, но и выполняет операцию «*Зенковковка*». В качестве ребра необходимо выбрать кромку отверстия в 3D-объекте. При ошибочном построении фаски или сопряжения их можно удалить командой «*Удаление граней*». Применять эти команды следует только тогда, когда все геометрические построения закончены. На поверхности

с фасками или сопряжениями труднее выполнять вспомогательные построения, возникает большое количество не нужных объектных привязок.



Рис. 179. Пример выполнения команды Фаска по кромке

9. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 3D-ТЕЛ

При разработке проектов, будь то привод, редуктор или интерьер дома, очень важно подать заказчику информацию в наглядном виде. Для этого можно наложить различную текстуру материалов на 3D-объект, создать фотореалистичную картину. Все необходимые команды для таких операция находятся на вкладке «**Визуализация**» (рис. 180).



Рис. 180. Вкладка Визуализация

При построении всем телам назначается материал и текстура по умолчанию, что недопустимо для визуализации трехмерных проектов, в которых каждый объект имеет свои характеристики. Для наложения текстуры, используют тематическую панель **Материалы**.

Далее необходимо запустить «**Обозреватель материалов**» на Ленте «**Визуализация**» (рис. 181).

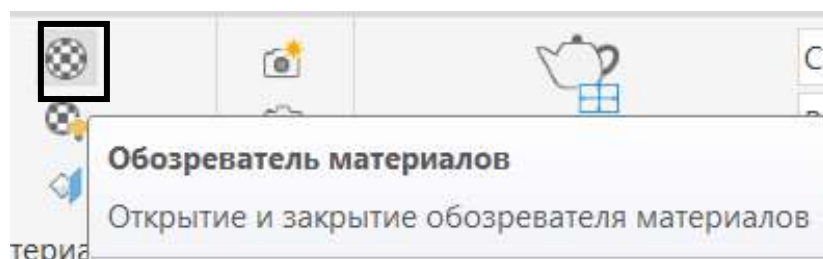


Рис. 181. Команда Обозреватель материалов

Самый простой способ наложения текстуры на поверхность заключается в следующем: сначала выбирают поверхность, затем в окне «Обозреватель материалов» выбирают нужную текстуру, далее необходимо щелкнуть на ней правой клавишей мыши и выбрать команду «Назначить выбранным объектам» (рис. 182).

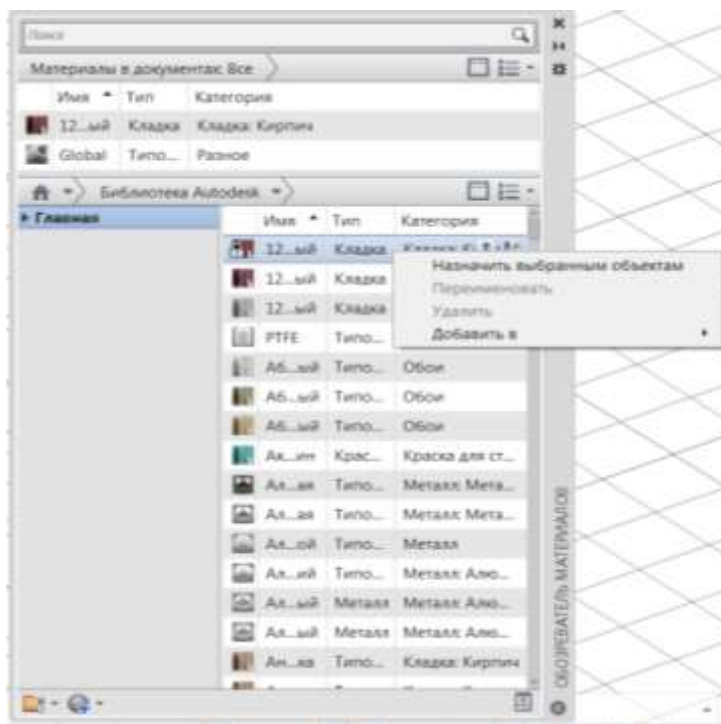


Рис. 182. Команда Обозреватель материалов

Если в библиотеке AutoCAD нет нужного материала или текстуры, то их можно создать с помощью «Редактора материалов», который запускается нажатием кнопки «Создание материала», расположенной в нижней части обозревателя материалов (рис. 183).

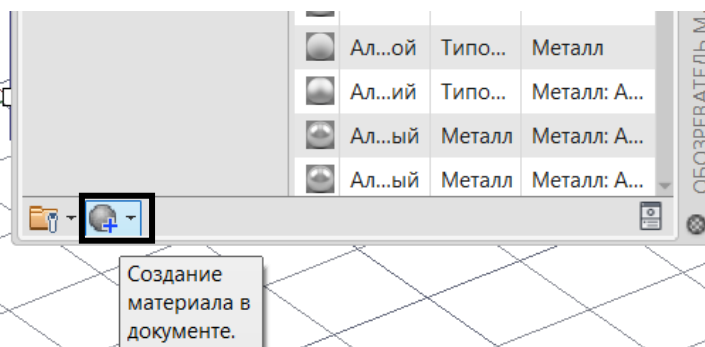


Рис. 183. Команда Создание материала

В открывшемся диалоговом окне «Редактор материалов» можно задать необходимые свойства новому материалу (рис. 184). AutoCAD поддерживает импорт и экспорт файлов в формате FBX, и может передавать наложенные материалы вместе с моделью, например, в программу 3DS Max Design для дальнейшей визуализации.

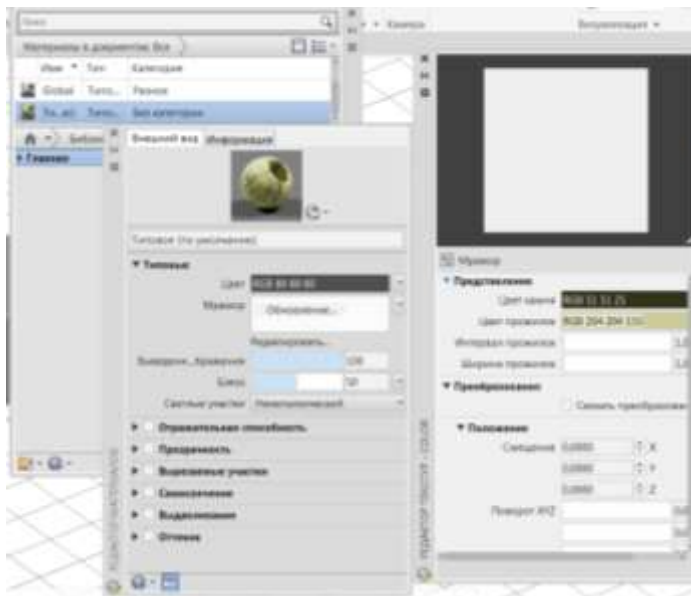


Рис. 184. Редактор материалов

Для получения качественной визуализации модели, необходимо создать и настроить источники света с помощью команд тематической панели «*Источники света*» (рис. 185), используя международные или американские единицы освещения.

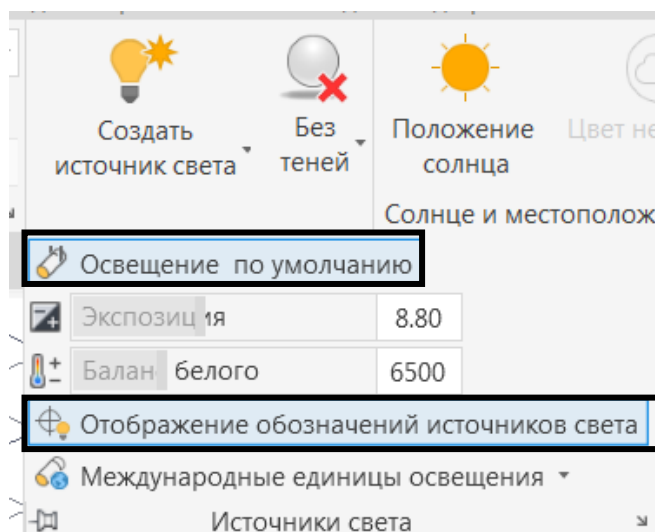


Рис. 185. Команды блока Источники света

В AutoCAD можно установить точечные, направленные и удаленные источники света, а также естественное солнечное освещение с наложением теней (рис. 186).

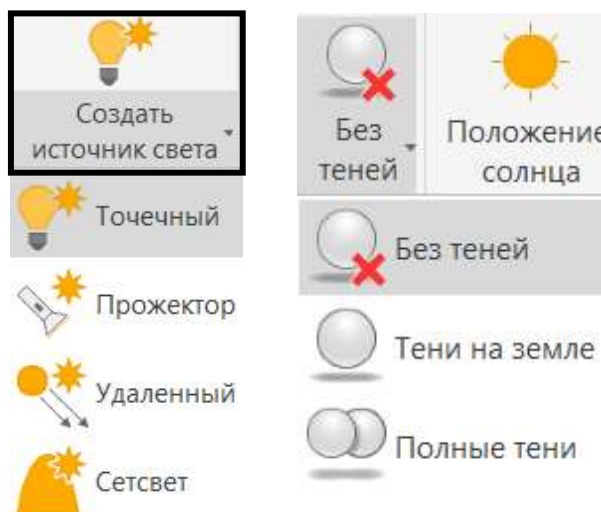


Рис. 186. Редактор Источников света

Для установки источника света необходимо запустить соответствующую команду на ленте «*Визуализация*» и указать точку расположения источника. В свойствах источника можно определить его имя, интенсивность и цвет свечения (рис. 187).

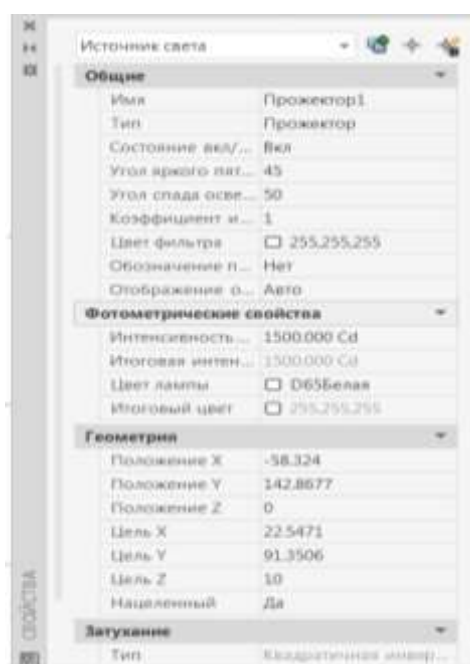
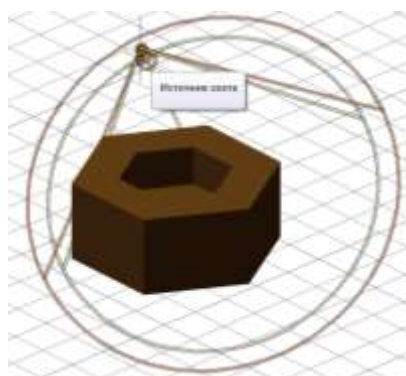


Рис. 187. Свойства источника света

Если стоит задача визуализировать закрытое помещение, то для возможности его обзора «изнутри» необходимо создать камеру или целую группу камер. Для установки камеры необходимо запустить команду **«Создать камеру»**, задать ее местоположение и определить положение цели. В свойствах камеры можно настроить ее фокусное расстояние, поле зрения и другие параметры (рис. 188). Для активации камеры необходимо выбрать ее название на панели **«Вид»**. После этого можно «смотреть» на модель через объектив камеры.

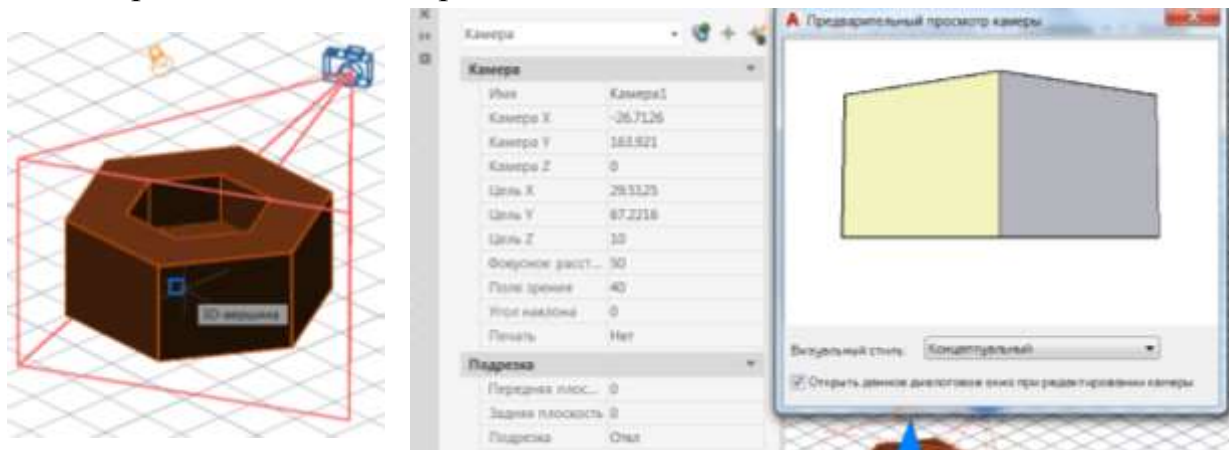


Рис. 188. Свойства камеры

После того, как трехмерная модель помещения создана, наложены все текстуры, заданы камеры и источники, можно переходить к финальной стадии работы – визуализации.

Для настройки визуализации используется одноименная панель **«Визуализация»**. С помощью выпадающего списка необходимо установить качество визуализации (от **«Чернового»** до **«Высокого»** и **«Презентационного»**) и разрешение изображения (рис. 189).

Процесс визуализации запускается нажатием кнопки **«Визуализация»** и происходит в отдельном окне. Скорость визуализации сильно зависит от размеров модели, качества наложенных текстур, количества и разнообразия источников света, установленного качества и размера итогового изображения.

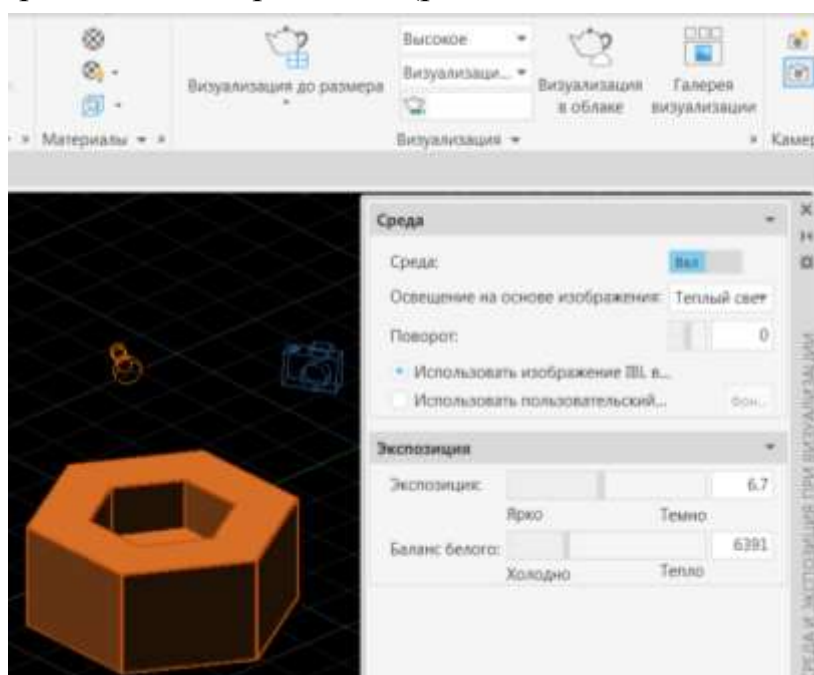


Рис. 189. Панель Визуализация

10. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛИ ДЕТАЛИ, ЕЕ ВИДОВ, РАЗРЕЗОВ, АКСОНОМЕТРИИ

Дан аксонометрический чертеж детали (рис. 190). Необходимо создать 3D-модель детали, а так же виды, разрезы, аксонометрию на формате А3. Учесть, что все отверстия - сквозные

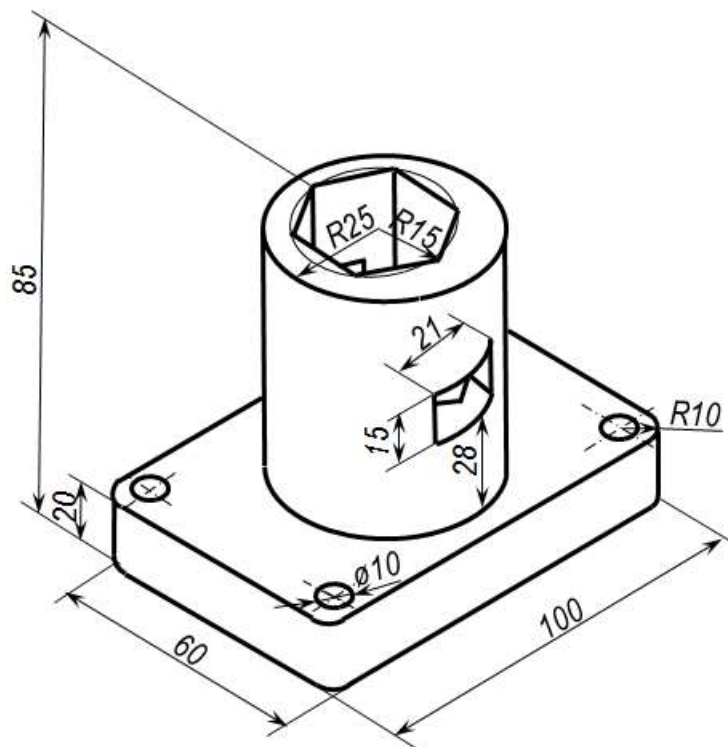


Рис. 190. Исходные данные к задаче

10.1. Построение 3D-модели детали

Прежде чем выполнять построения, необходимо настроить пользовательский интерфейс и рабочее поле чертежа, выбирая: рабочее пространство - *3D моделирование*; пользовательский вид - *Юго-восточная изометрия*; тип визуального стиля - *Концептуальный*; включенный *Орто режим* (рис. 191).

Так же необходимо создать несколько слоев линий: основная, тонкая, осевая, размерная, плоскости (задать любой тип линии).

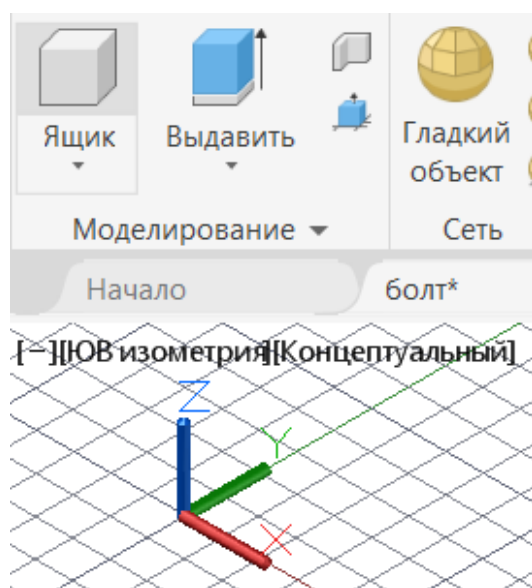


Рис. 191. Настройка рабочего поля

Переходим к построениям:

1.Выбираем во вкладке *Главная* на тематической панели *Моделирование* команду **Ящик**. Задаем через запятую в командной строке или в появившемся у курсора окне координаты X,Y,Z основания плиты (первая точка – $0, 0, 0$; вторая точка - $100, 60$), затем высоту плиты $Z = 20$. В итоге, создали призму со сторонами $100 \times 60 \times 20$ (рис. 192). Одновременно, вращая колесико мыши, и двигая самой мышью, зажимая при этом колесико, можно по желанию приблизить или удалить получающееся изображение.

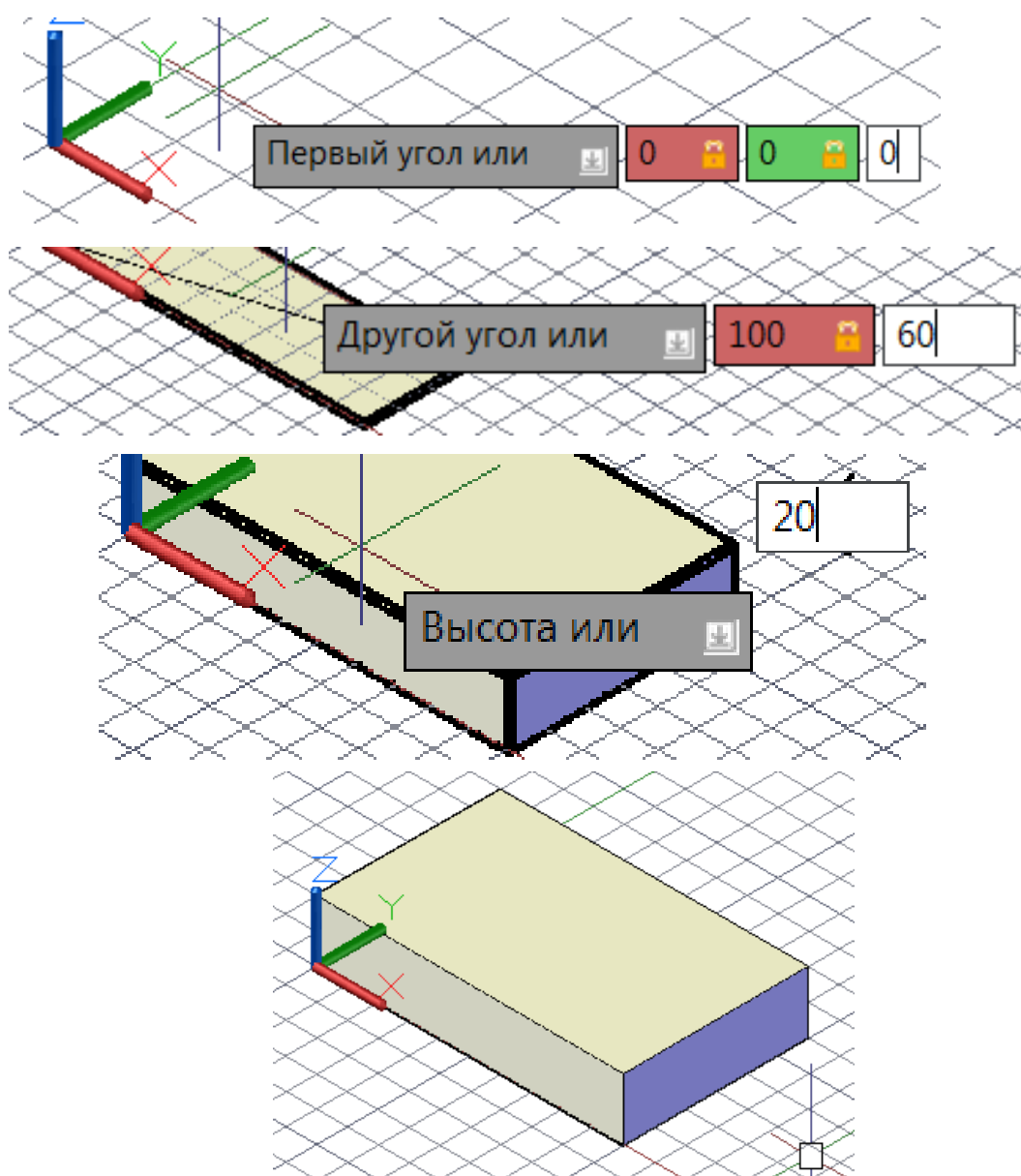
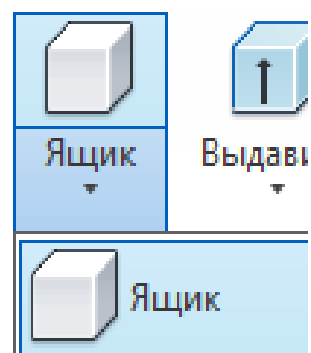
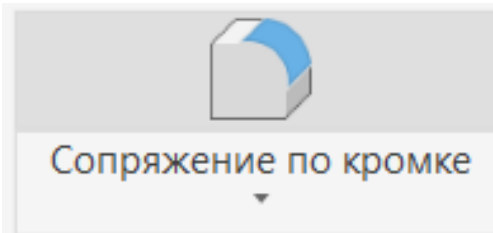


Рис. 192. Построение основания детали

2.У основания детали углы скруглены. Для выполнения скруглений воспользуемся командой *Сопряжение по кромке*, которая находится на вкладке *Тело*.



Итак, после вызова указанной выше команды, необходимо нажать на правую клавишу мыши и выбрать строку *Радиус* (рис. 193а). Затем ввести в поле возле курсора или в командной строке значение радиуса сопряжения $R=10$ мм (рис. 193б). После этого надо выбрать любое вертикальное ребро призмы (рис. 193в), а затем, чтобы не проделывать одну и ту же операцию 4 раза, снова нажать правую клавишу мыши и выбрать строку *Цепь* (рис. 193г). После выбора *Цепи*, можно выделить все оставшиеся 3 ребра призмы (рис. 193д). Нажать Enter. Таким образом, построили сопряжение ребер основания детали.

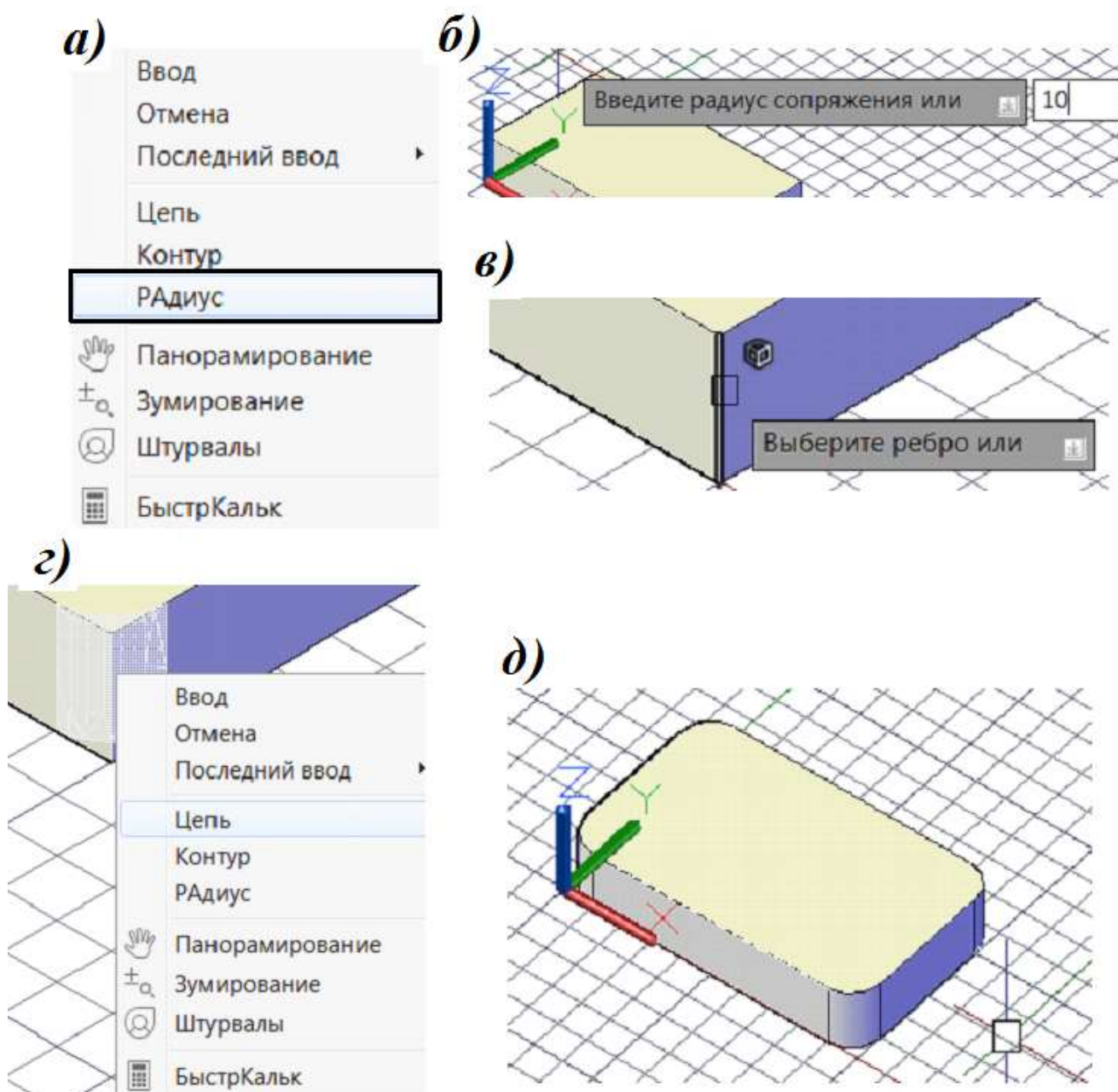


Рис. 193. Построение сопряжения ребер детали

3. Построим четыре окружности отверстий основания детали. Для этого предварительно надо убедиться, что в строке состояния включена необходимая для построения 2D-объектная привязка *Центр* (рис. 194). Переходим в тип визуального стиля *2D-каркас*. Далее выбираем команду **Круг (Центр, радиус)** (рис. 194).

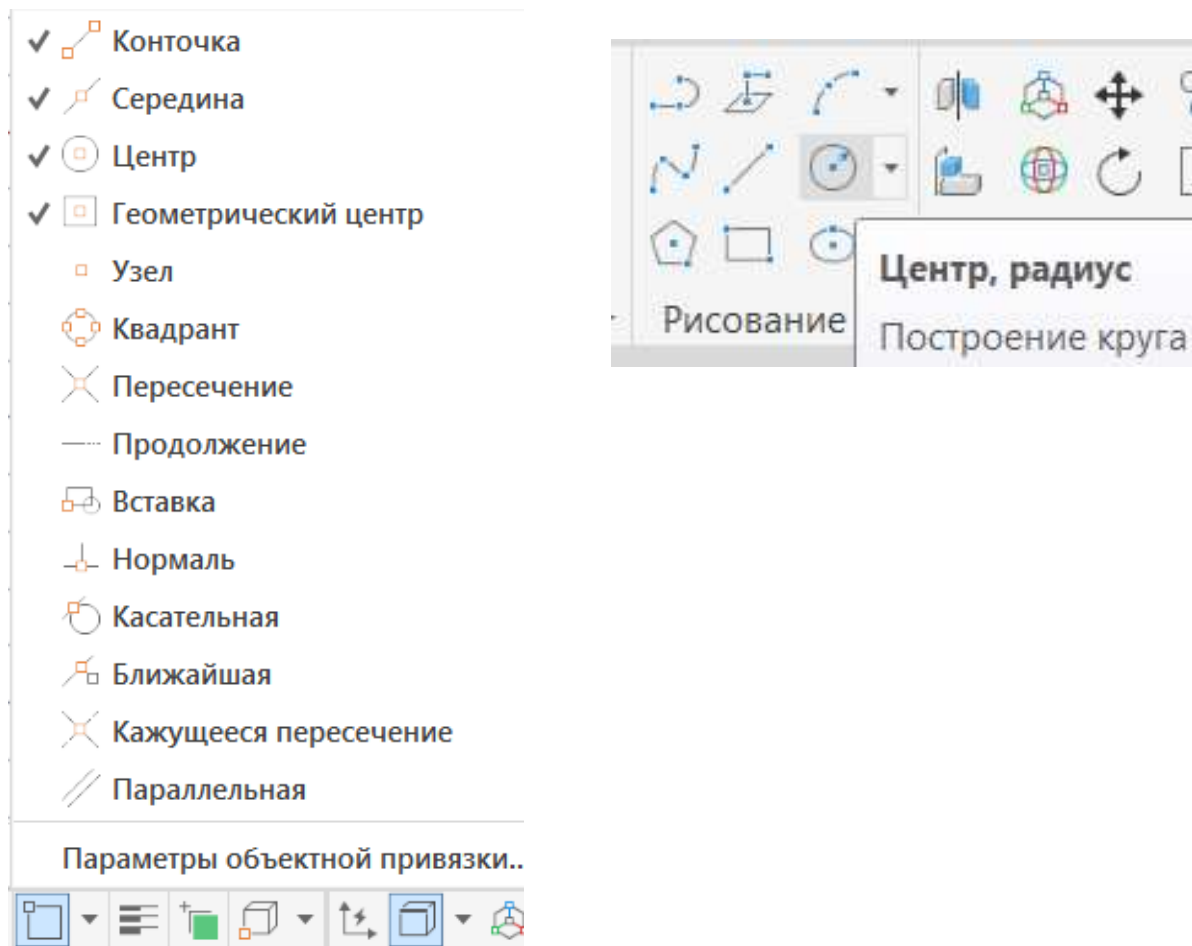


Рис. 194. Выбор объектной привязки и команды Круг

Затем, находим центр круга, задаем радиус кругам $R=5\text{ мм}$ (рис. 195).

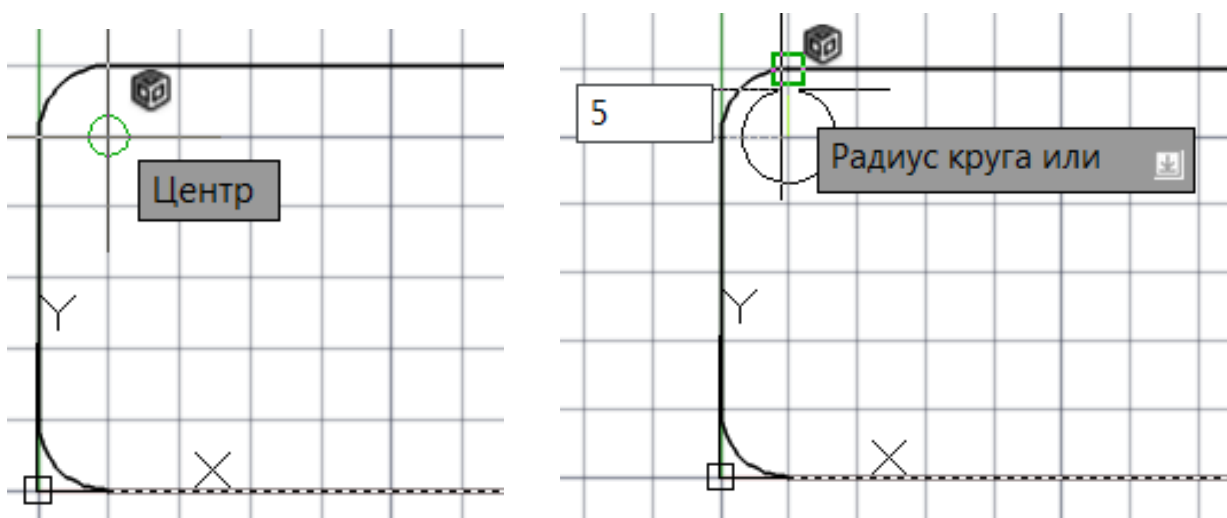


Рис. 195. Построение окружности отверстия основания детали

Поскольку таких отверстий должно быть 4, то воспользуемся операцией **Отразить зеркально**. Выделяем построенную окружность и задаем первую точку оси отражения, которую расположим вертикально, затем вторую точку оси отражения. Нажимаем Enter. Получили справа такую же окружность (рис. 196).

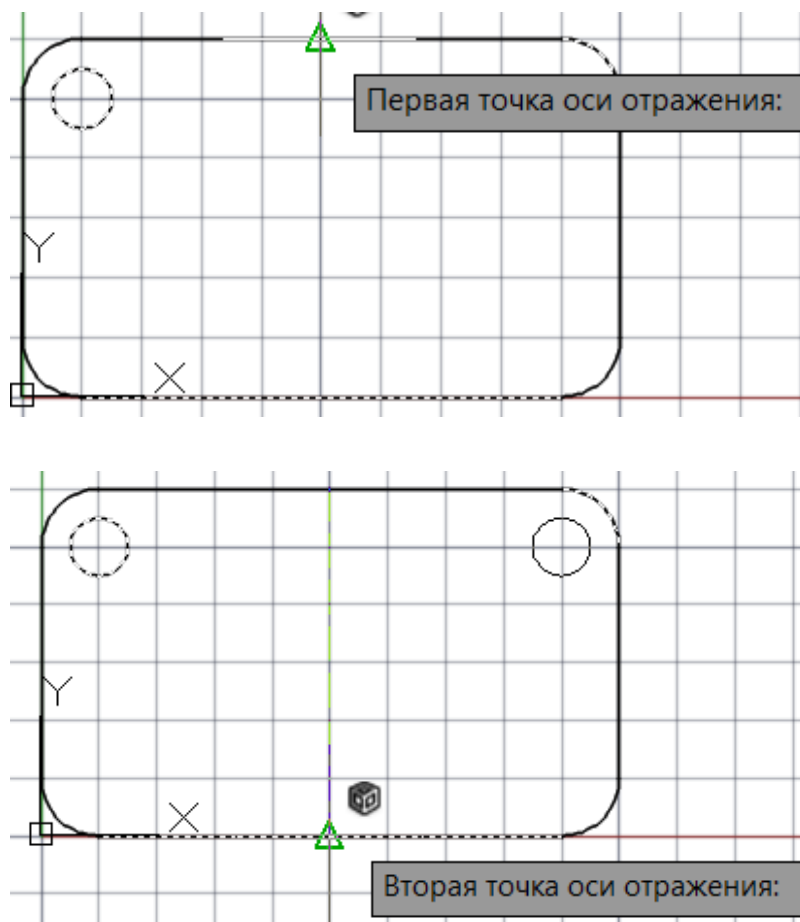
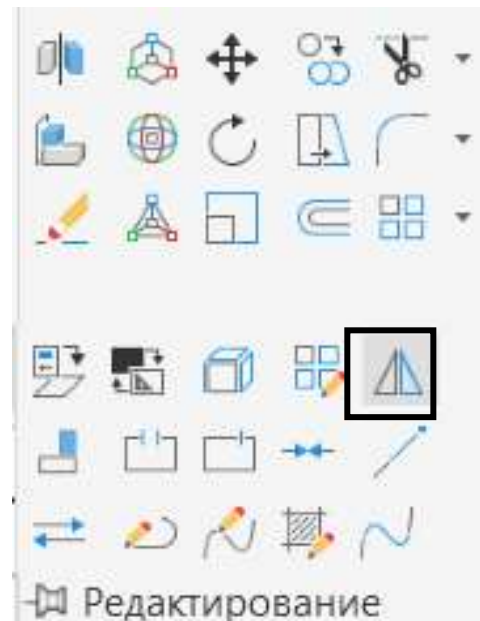


Рис. 196. Построение окружностей с помощью команды *Отразить зеркально*

Продельываем еще раз такую же операцию, задавая ось симметрии горизонтально (рис. 197). Таким образом, построили четыре окружности в основании детали.

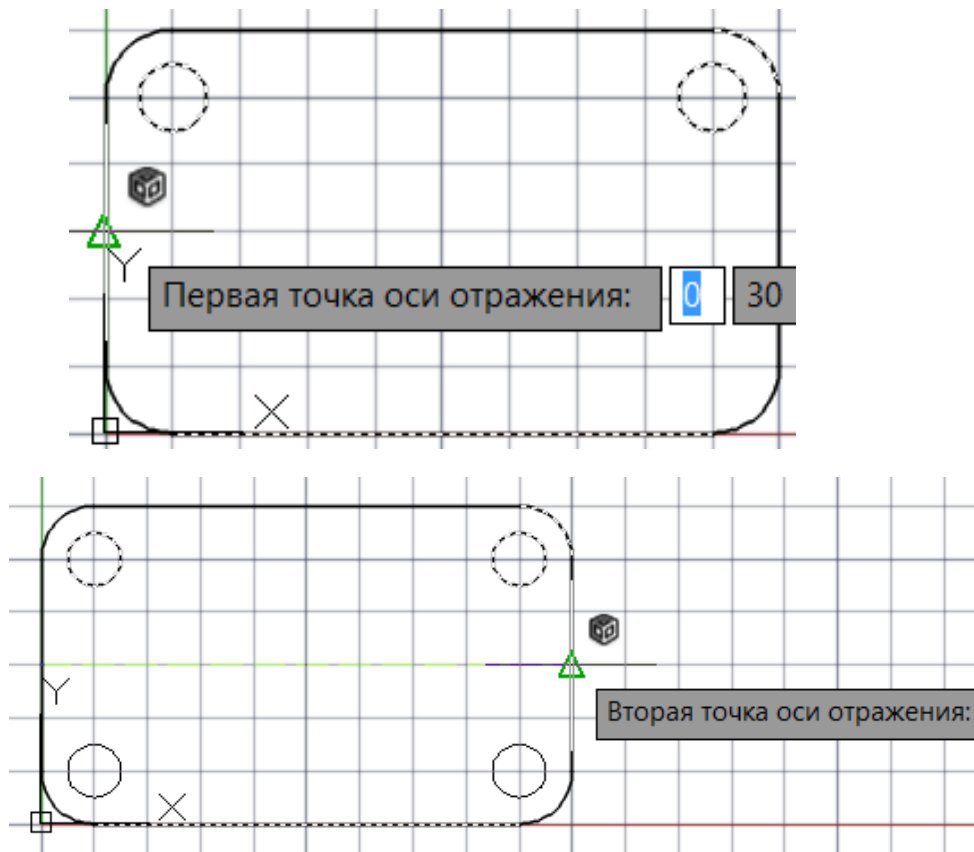


Рис. 197. Построение окружностей с помощью горизонтальной оси симметрии

Создаем из построенных окружностей цилиндрические поверхности. Для этого выбираем команду **Выдавить**.

Выделяем все окружности и задаем высоту выдавливания 20мм (рис. 198).

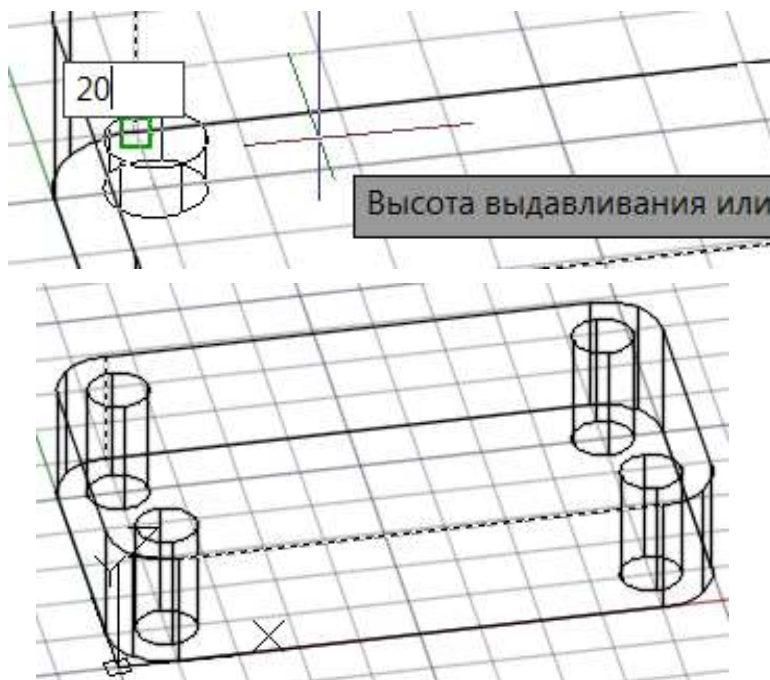
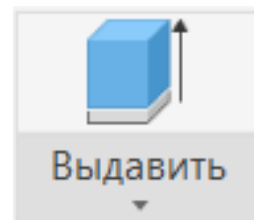


Рис. 198. Построение цилиндров с помощью команды Выдавить

4. Для создания цилиндрической поверхности детали, воспользуемся командой цилиндр, предварительно включив в строке состояния 3D-объектную привязку *Центр грани*. Итак, переходим в режим визуального стиля *Концептуальный*. И выбираем команду Цилиндр (рис. 199).

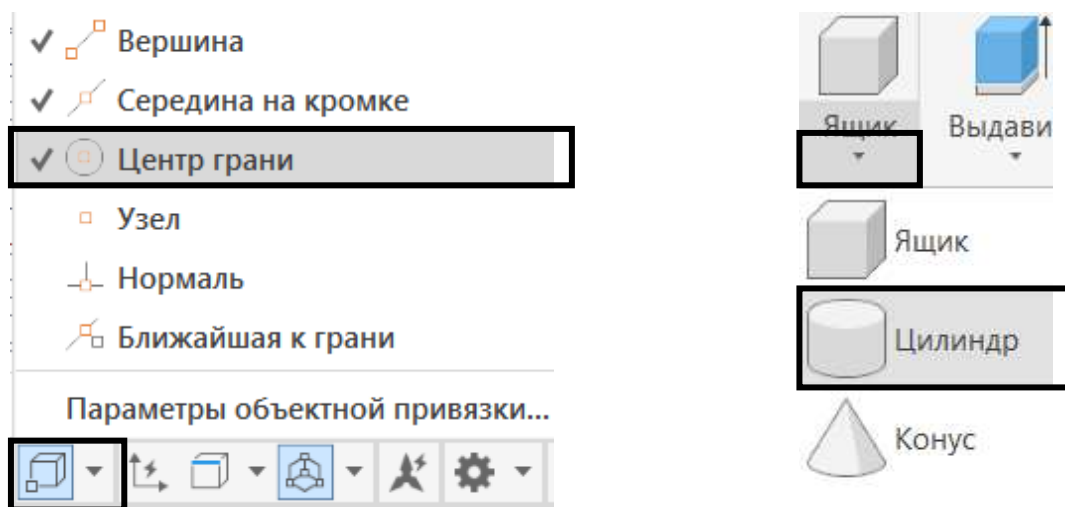


Рис. 199. Выбор команды Цилиндр и настройка привязки Центр грани

Затем на верхней грани основания детали находим 3D-центр, задаем радиус основания цилиндра $R=25$ мм, а так же высоту цилиндра 65 мм (рис. 200).

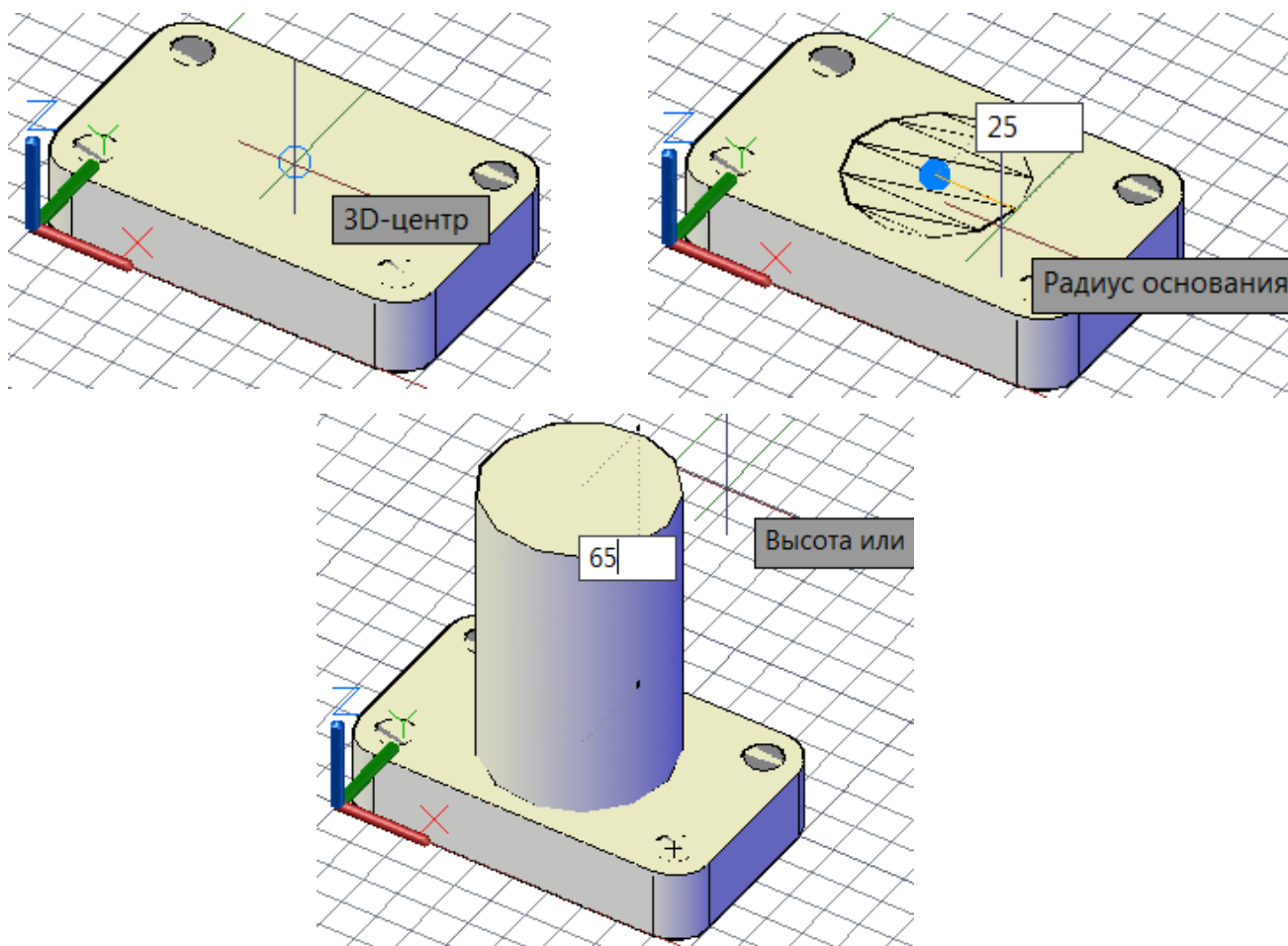


Рис. 200. Построение цилиндрической части детали

5. Построим шестигранное отверстие в цилиндрической части поверхности детали.

Выбираем команду **Многоугольник**. Задаем количество сторон многоугольника 6, указываем привязку *Центр* на верхнем основании цилиндра, указываем способ построения *Вписанный в окружность*, и задаем радиус $R=15$ (рис. 201).

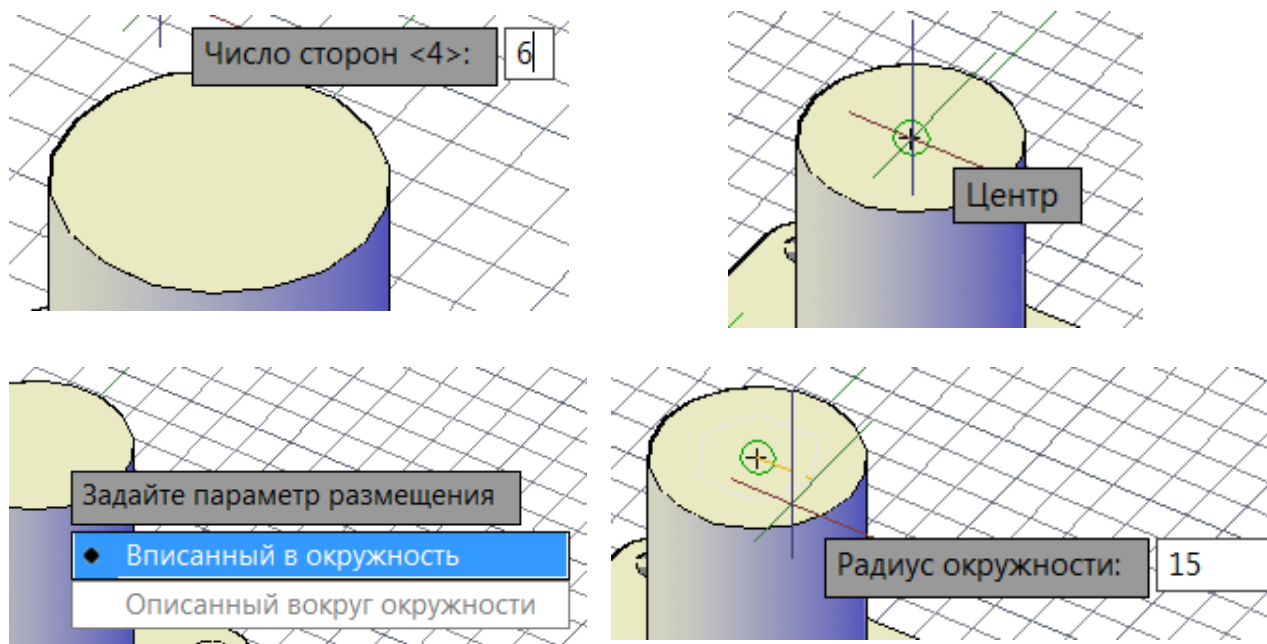
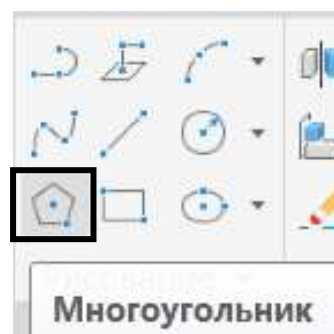


Рис. 201. Построение шестиугольника в верхнем основании цилиндра

Поскольку по умолчанию шестиугольник строится, как указано на рис. 202, то нам необходимо его повернуть на 90° .

Для этого выбираем одноименную команду **Повернуть** (рис. 202).

Фиксируем Базовую точку поворота – центр шестиугольника (рис. 203). Задаем угол поворота 90° . Нажимаем Enter. В итоге, шестиугольник занял в плоскости цилиндра нужное положение (рис. 203).

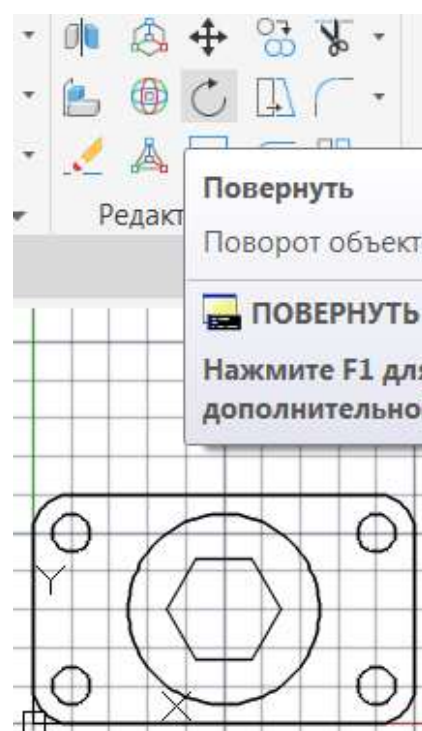


Рис. 202. Команда Повернуть

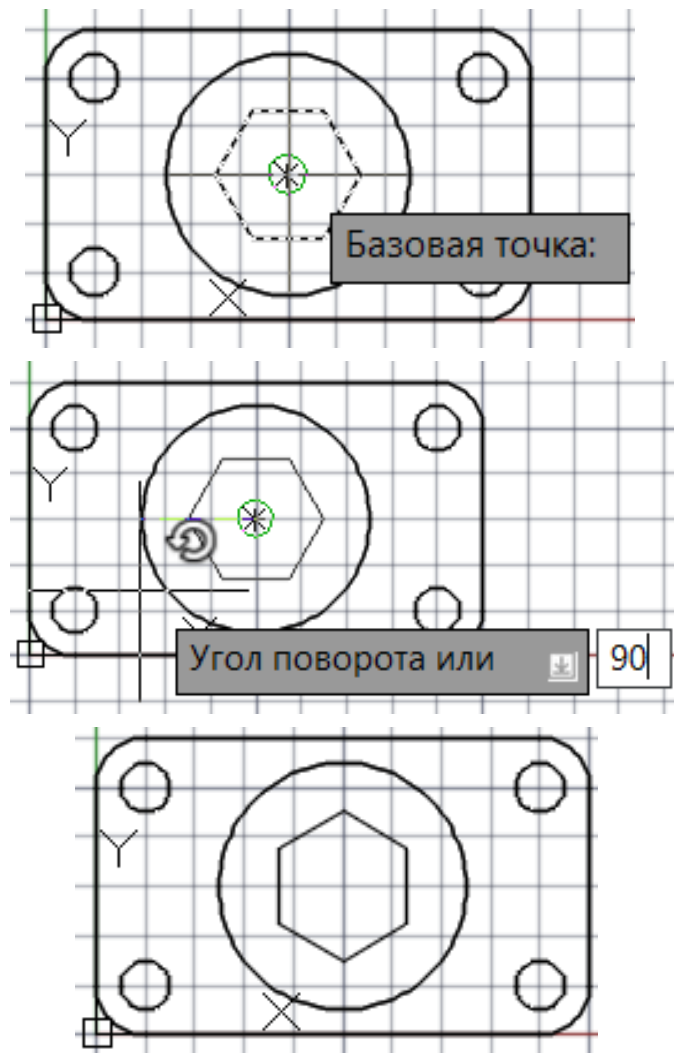


Рис. 203. Поворот шестиугольника

Из плоскости шестиугольника создадим шестигранную поверхность призмы с помощью команды *Выдавить*. Итак, выделяем шестиугольник и ведем его в направлении вниз ниже основания детали, т.к. в дальнейшем надо будет создавать сквозное отверстие в виде этого шестигранника (рис. 204).

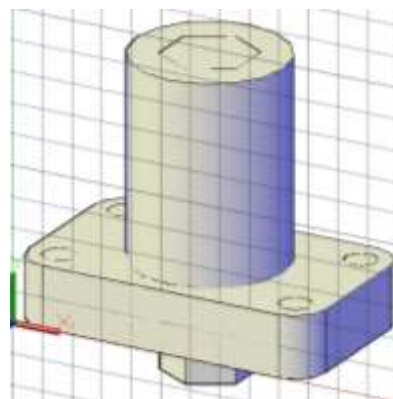
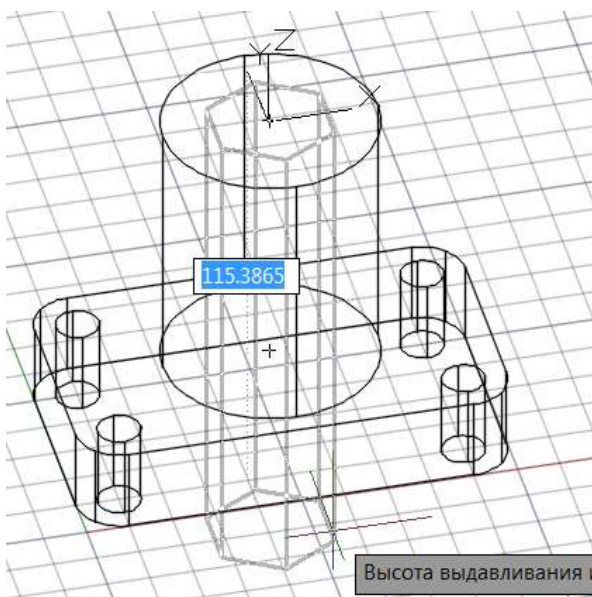


Рис. 204. Создание поверхности шестигранной призмы

6. Построим горизонтальное отверстие в цилиндрической части детали.

Первоначально настроим пользовательский вид – вид *Спереди*; тип визуального стиля – *2D-каркас*.

Для построения контура горизонтального отверстия, выбираем команду **Прямоугольник**. Указываем точку первого угла (39.5, 48). Такие координаты получены в результате расчетов:

координата по оси $X = (100:2) - (21:2)$;

координата по оси $Y = 20 + 28$.

Координаты точки второго угла: (21, 15) – размеры отверстия согласно заданию.

Таким образом, построили четырехугольник в соответствии с размерами горизонтального отверстия (рис. 205).

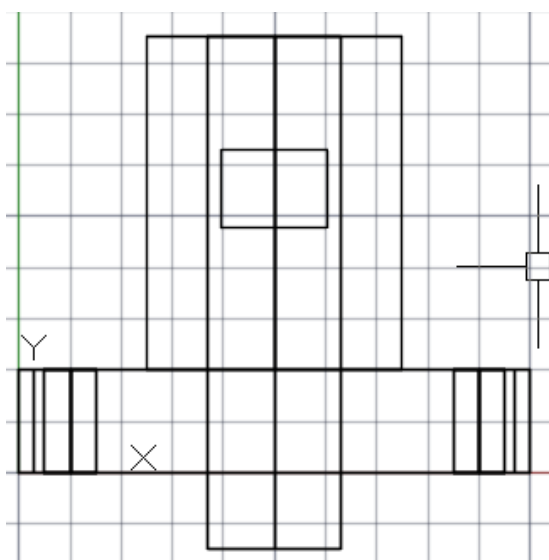
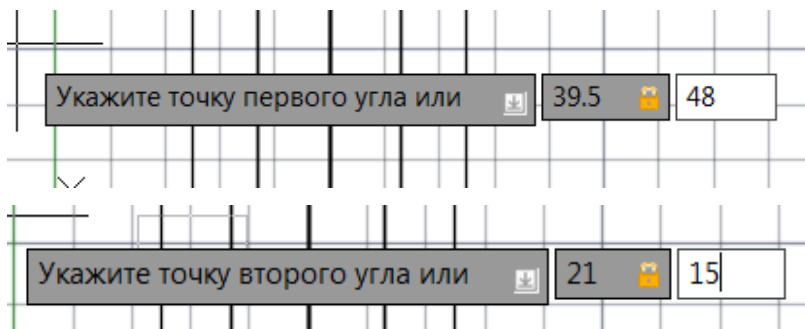
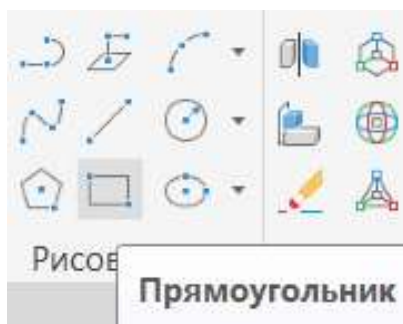
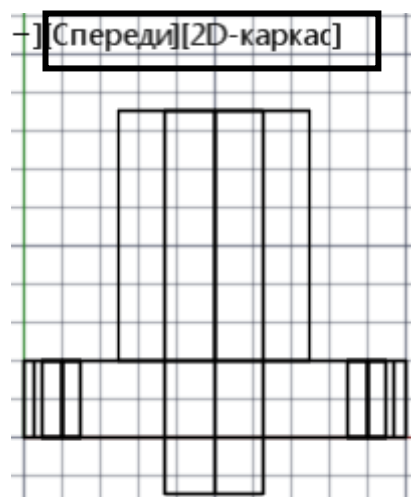


Рис. 205. Создание контура горизонтального отверстия

Затем с помощью команды **Выдавить** создаем из четырехугольной плоскости поверхность призмы (рис. 206). Значение высота (глубины) выдавливания можно не задавать, а протянуть поверхность за пределы цилиндра, т.к. в дальнейшем необходимо создать сквозное отверстие из данной поверхности призмы.

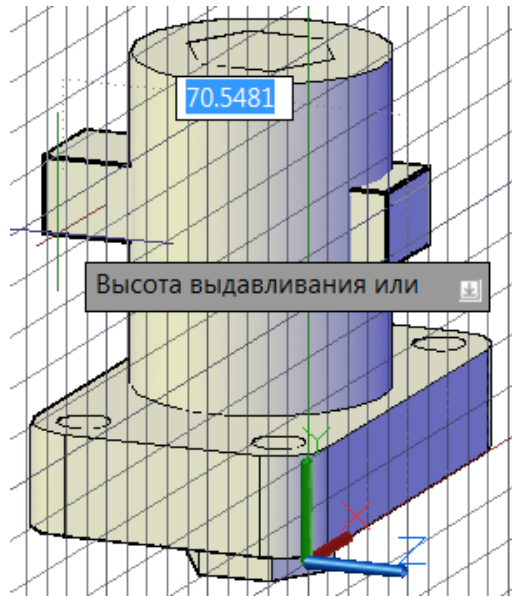


Рис. 206. Создание поверхности четырехгранной призмы

7. Создадим отверстия в детали. Для этого выбираем команду **Вычитание**.

Сначала указываем основание и цилиндр детали как первое тело, из которого вычитают, затем, как второе тело, которое вычитают из первого - все элементы, которые создадут сквозные отверстия: четыре цилиндра в основании детали и шестигранную и четырехгранную призмы в цилиндрической части детали (рис. 207).

Завершающим этапом построения 3D-модели детали является операция **Объединение**, которая позволяет объединить все разрозненные элементы детали, т.е. соединить в единое целое.

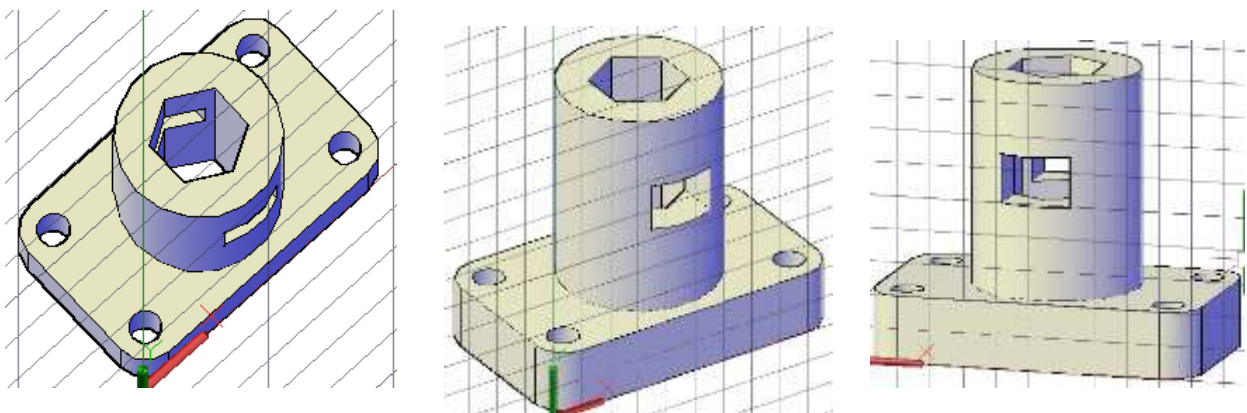
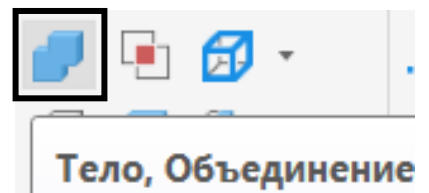
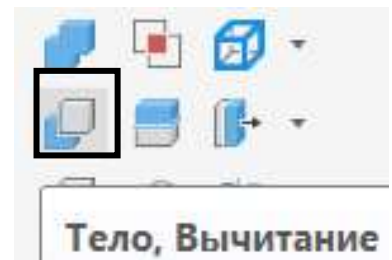


Рис. 207. Создание отверстий в 3D-модели детали

10.2. Построение чертежей видов, разрезов и аксонометрии детали

Чертежи видов, разрезов и аксонометрии детали будем создавать в пространстве Листа. Для этого необходимо перейти на вкладку *Лист 1* (кнопка находится внизу графического экрана). Затем, подведя курсор к надписи *Лист 1*, кликнуть правой клавишей мыши и в выпадающем окне выбрать *Диспетчер параметров листа* (рис. 208).

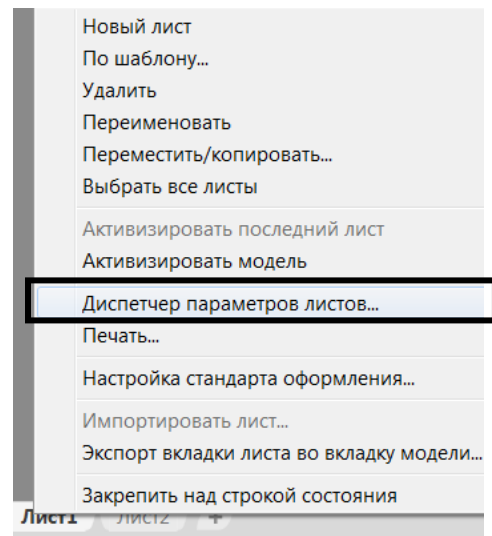


Рис. 208. Диспетчер параметров листов

Создаем новый лист и задаем имя листу, например, *Деталь* (рис. 209).

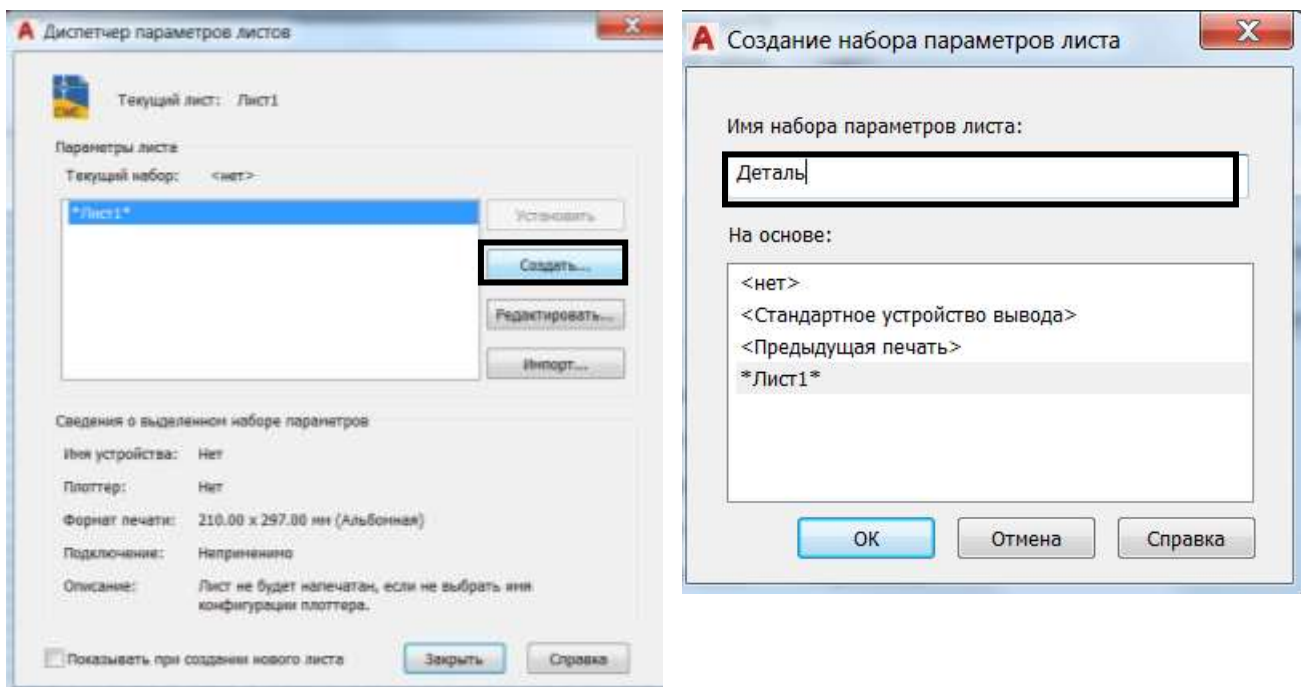


Рис. 209. Создание нового листа

Далее в диалоговом окне *Параметры листа* (рис. 210) выбираем виртуальный принтер, чтобы впоследствии просматривать чертеж детали, например *DWG To PDF. ps3*.

Задаем формат листа: *ISO без полей A3 (420.00 x 297.00)*. Нажимаем ОК.

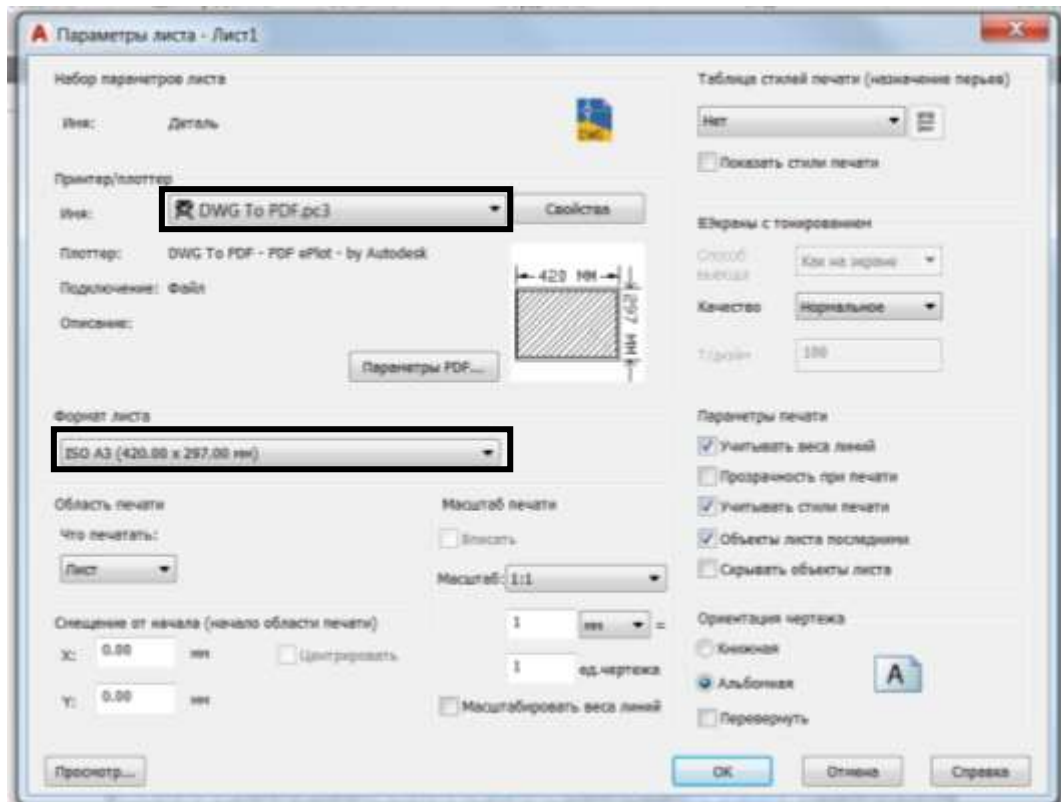


Рис. 210. Задание параметров листа

В предыдущем окне *Диспетчер параметров листов* нажимаем *Установить*, затем *Закрыть* (рис. 211).

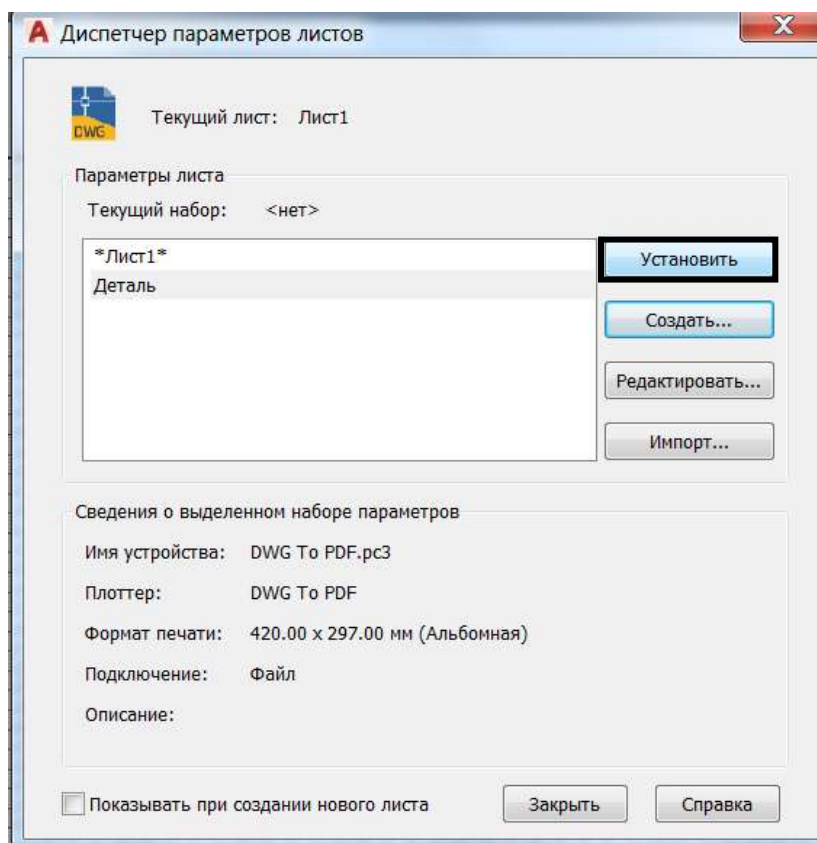


Рис. 211. Завершение создания листа

Далее входим в *Лист*, выделяем существующий видовой экран, удаляем его, и создаем *Базовый вид* «Из пространства модели» (рис. 212).

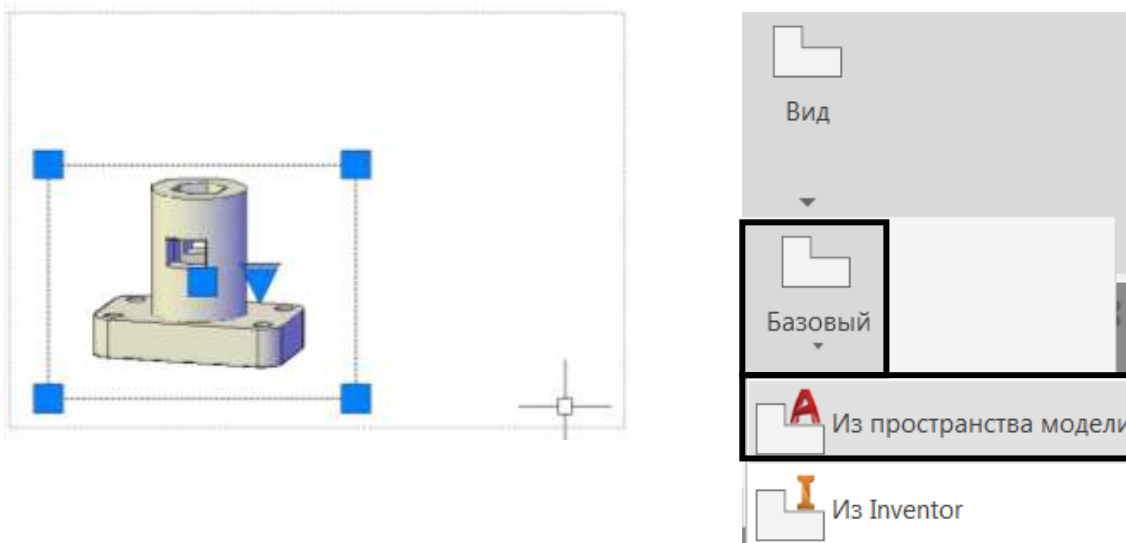


Рис. 212. Выбор базового вида

Рядом с курсором появляется созданная модель детали. Устанавливаем два вида детали (главный вид и вид сверху) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305-2008 (рис. 213).

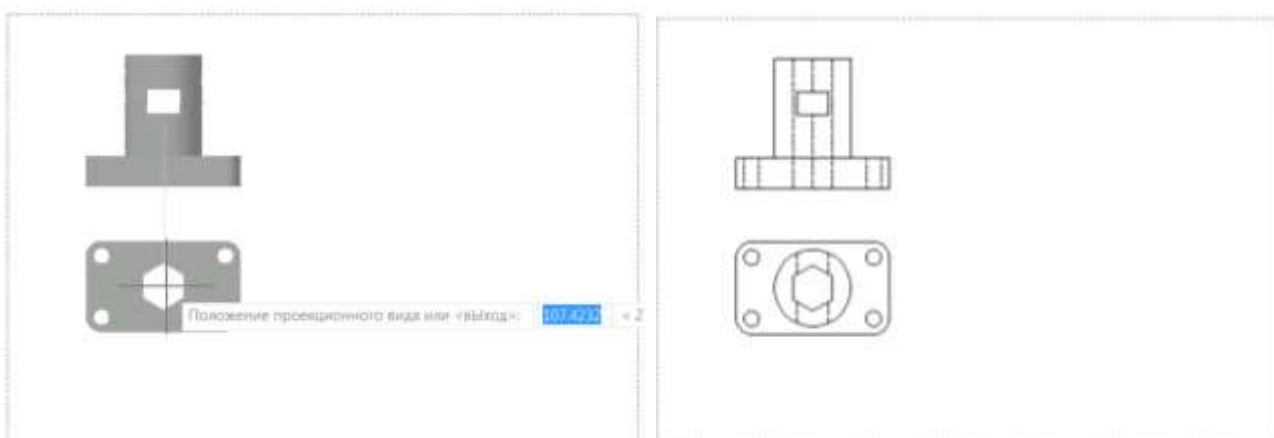


Рис. 213. Главный вид и вид сверху детали

Однако, главный вид необходимо совместить с разрезом, поэтому видовой экран с главным видом выделяем и удаляем, оставляя на листе только вид сверху (рис. 214).

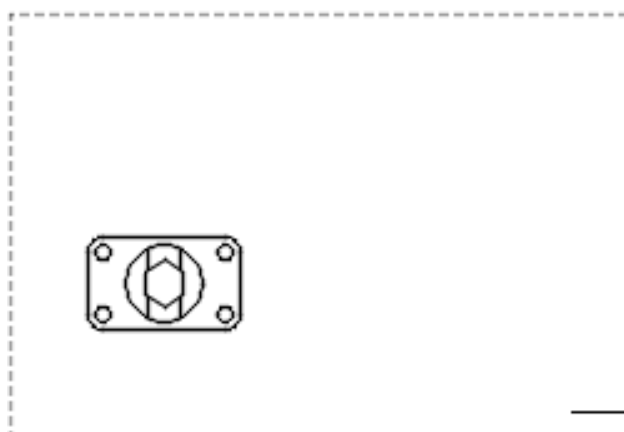


Рис. 214. Вид сверху детали

Далее выделяем вид сверху и выбираем команду **Сечение со Смещением**.
 Задаем секущую плоскость так, чтобы у детали вырезалась одна правая четверть (рис. 215).

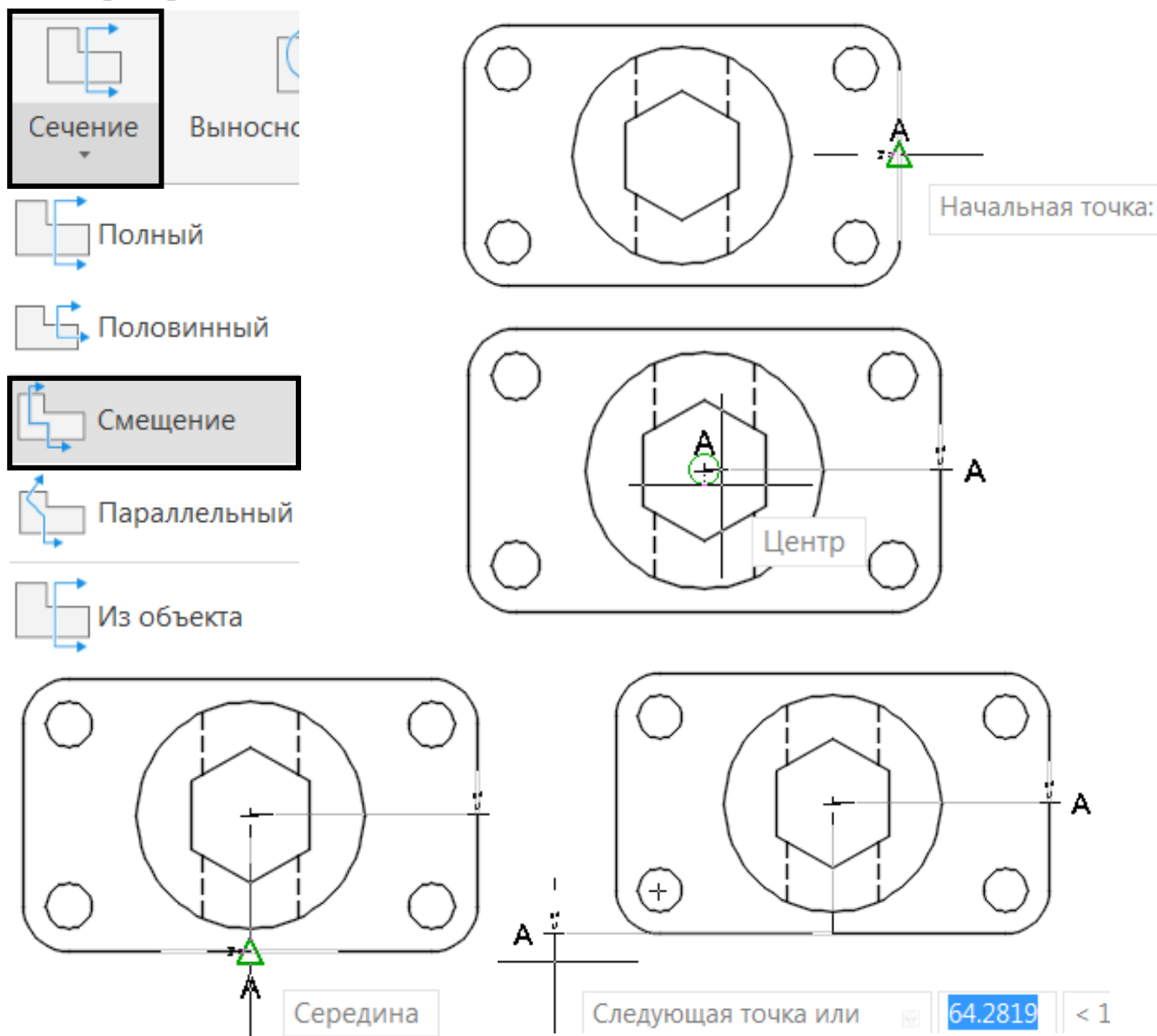


Рис. 215. Задание секущей плоскости для разреза главного вида

Далее выбираем расположение главного вида, совмещенного с разрезом (рис. 216)

Далее необходимо выполнить соединение вида слева с разрезом. Для этого снова выделяем вид сверху, выбираем команду **Сечение со Смещением** и задаем направление секущей плоскости (рис. 217).

Вид слева формируется в проекционной связи с видом сверху, поэтому устанавливается не стандартно правее от вида сверху (рис. 218). Поэтому в дальнейшем вид слева развернем с помощью команды **Повернуть** и установим в проекционной связи с главным видом с помощью команды **Перенести** (рис. 219).



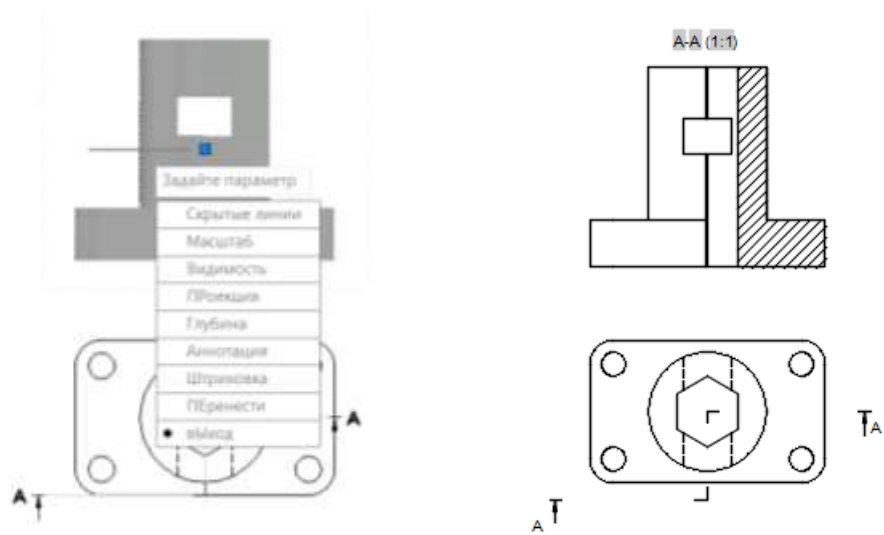


Рис. 216. Главный вид, совмещенный с разрезом

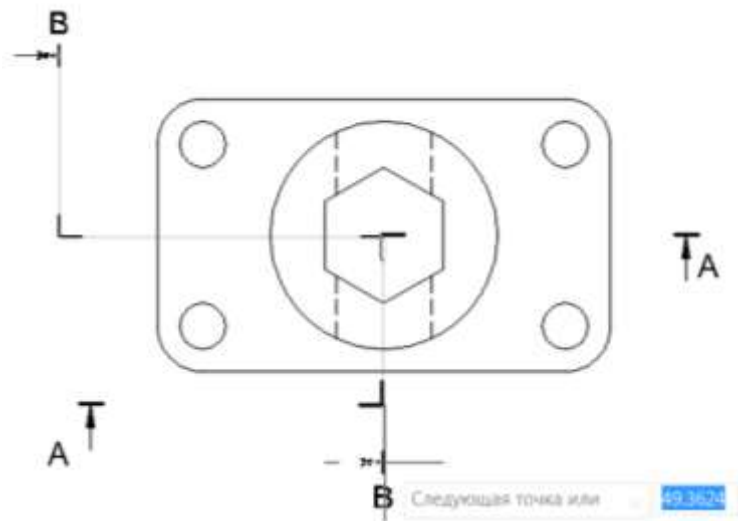


Рис. 217. Задание секущей плоскости для разреза вида слева

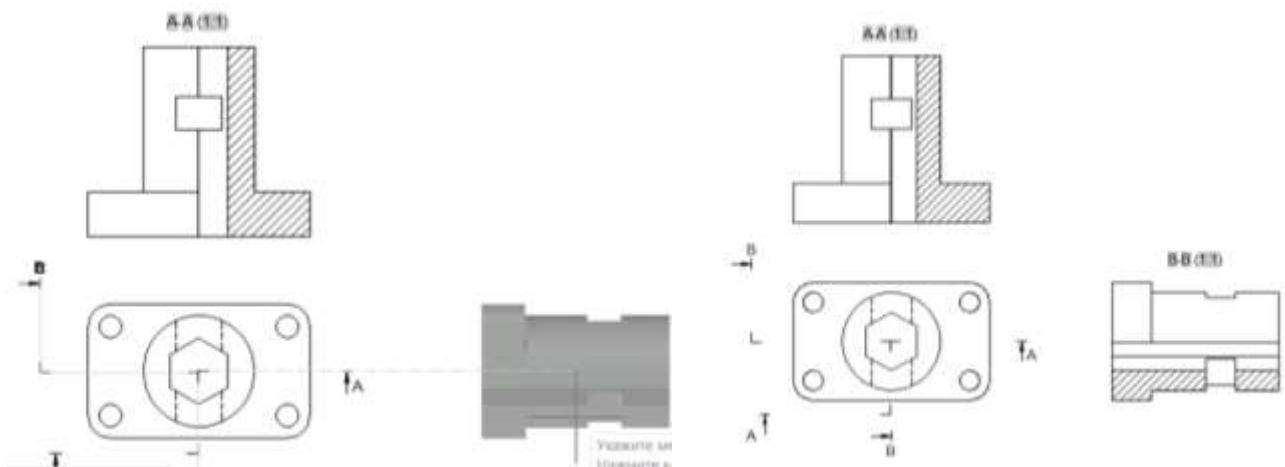


Рис. 218. Вид слева в проекционной связи с видом сверху

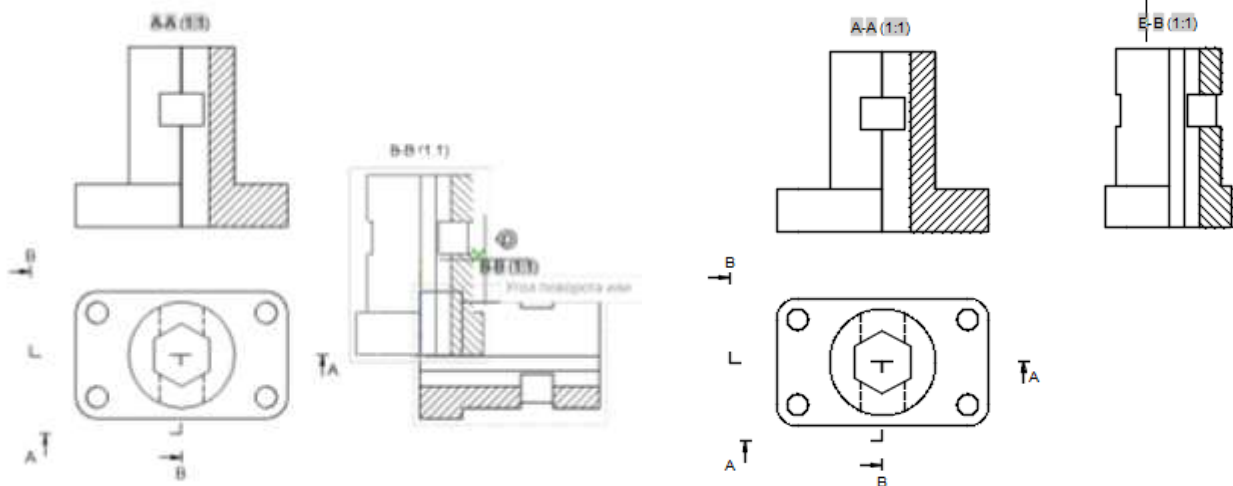
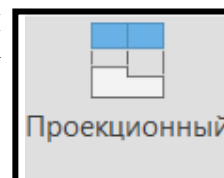


Рис. 219. Поворот и перенос вида слева в проекционной связи с главным видом

Затем по виду слева необходимо установить изометрический вид. Для этого выделяем вид слева и выбираем на Ленте команду **Проекционный вид**.



Далее устанавливаем изометрию в нижней правой части листа (рис. 220). Затем с помощью команды *Перенести* сдвигаем изометрический чертеж правее (рис. 220).

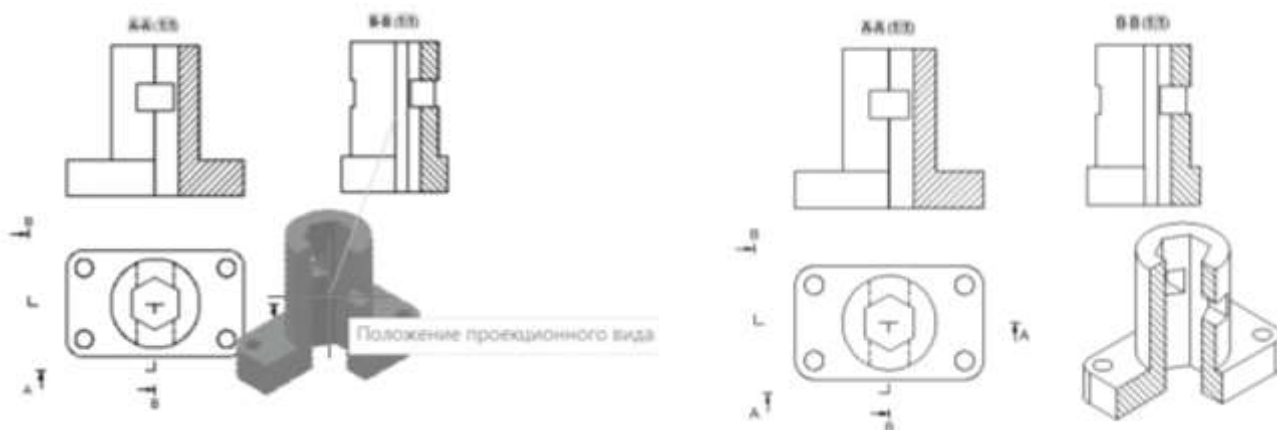


Рис. 220. Юго-западная изометрия детали

На чертеже видно, что в изометрии не верно нанесена штриховка, т.к. она должна быть направлена в разных плоскостях навстречу друг другу. Для исправления направления штриховки, выделяем ее и исправляем угол наклона ее линий. Для правой части разреза угол наклона линий штриховки установим 75° , а для левой – 15° , что соответствует требованиям ГОСТ 2.317-2011 (рис. 221). Аналогично меняем направление линий штриховки на виде слева.

Далее необходимо удалить из чертежа лишние обозначения секущих плоскостей, т.к. при совмещении вида и разреза детали, секущие плоскости на чертежах не обозначают. Обозначения разрезов над главным видом и видом слева можно выделить и просто удалить. Но обозначение секущих плоскостей с вида сверху удалять нельзя, иначе удалятся и сами разрезы с видов. Поэтому, для удаления секущих плоскостей с вида сверху, переносим их в заранее

созданный и временно замороженный слой, например названный *Плоскости*. Для этого выделяем секущие плоскости, подводим курсор к выделенным плоскостям, нажимаем правой клавишей мыши и выбираем *Свойства* (рис. 222).

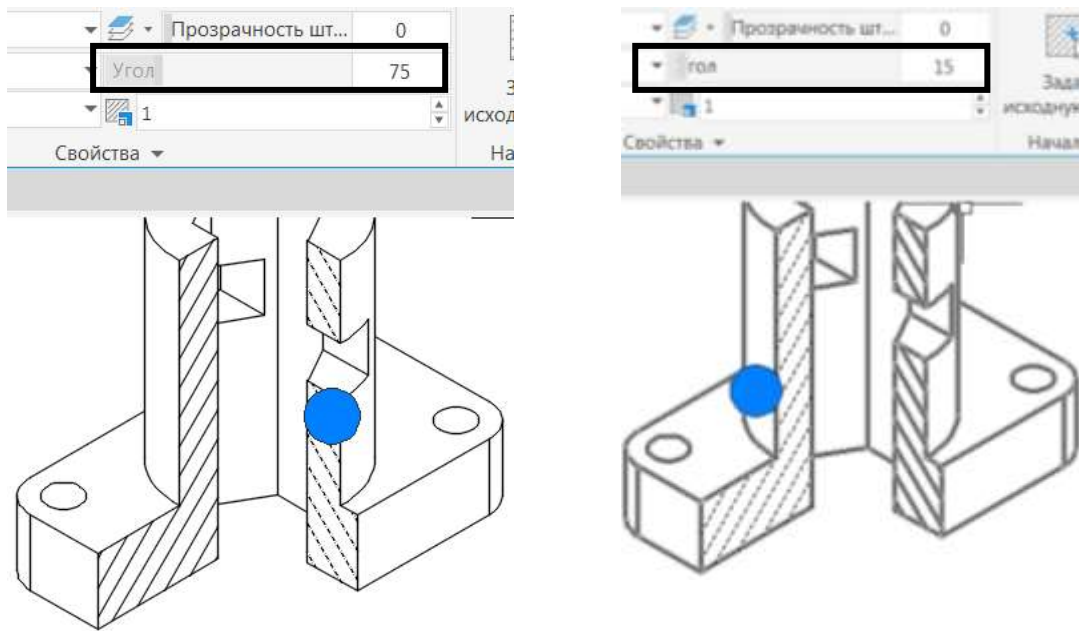


Рис. 221. Углы наклона линий штриховки

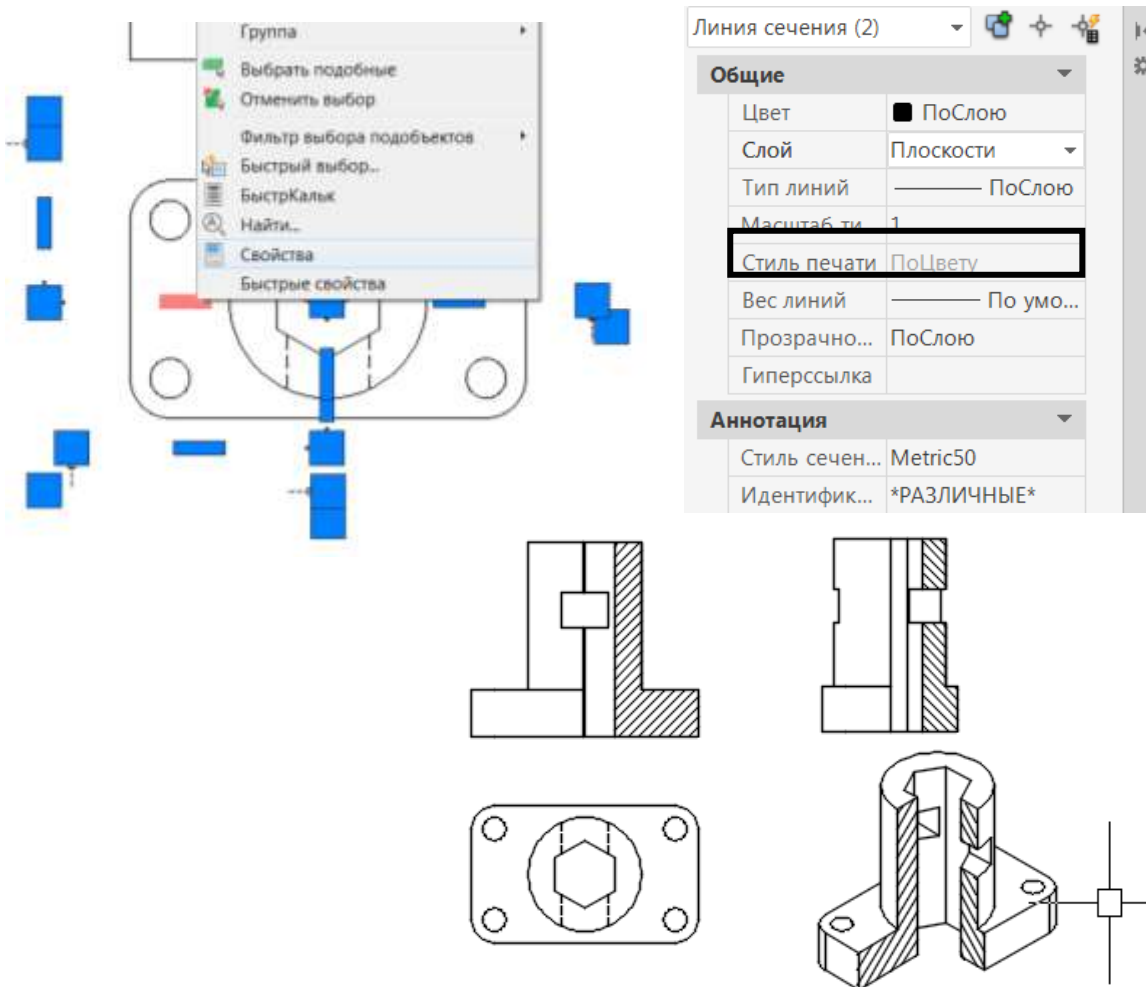


Рис. 222. Задание секущим плоскостям нового слоя

После этого необходимо провести оси, выбрав заранее созданный нужный слой (рис. 223).

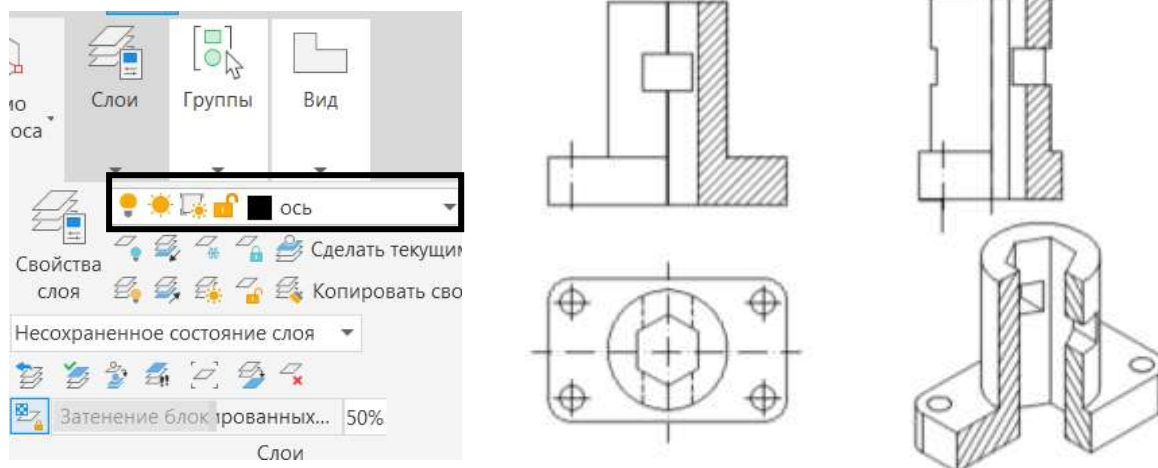


Рис. 223. Задание секущим плоскостям нового слоя

Обратите внимание, на главном виде с осью поверхности совпадает основная линия чертежа (ребро шестигранного отверстия), но согласно ГОСТ, если с осевой линией, разделяющий вид и разрез, совпадает проекция какой-либо линии, например, ребра гранной фигуры, то вид и разрез разделяются сплошной волнистой линией, проводимой левее оси симметрии, если ребро лежит в разрезе поверхности, или правее, если ребро наружное. В нашем случае ребро находится в разрезе. Так же на виде слева по центру проходит сплошная линия разреза, а не осевая, что так же недопустимо. Для устранения этих недочетов, можно поступить следующим образом:

Линию, принадлежащую ребру шестигранного отверстия заключить в прямоугольник и выбрать команду *Маскировка* (рис. 224). Затем выбираем *Полилиния* в *Командной строке* (рис. 225), затем выделяем контур прямоугольника (рис. 226). На вопрос программы «Стереть полилинию?», отвечаем «Да» (рис. 227). Затем слой, в котором выполнялся прямоугольник для маскировки можно заморозить.

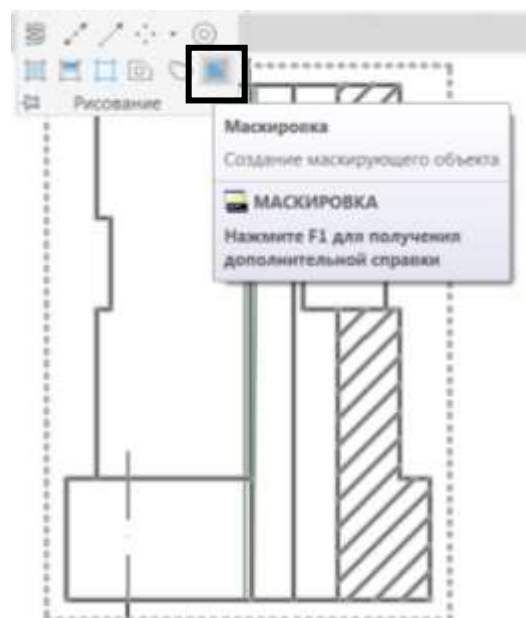


Рис. 224. Маскировка линии, разделяющей вид слева и разрез

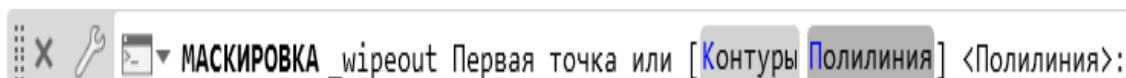


Рис. 225. Выбор объекта полилинии в команде Маскировка

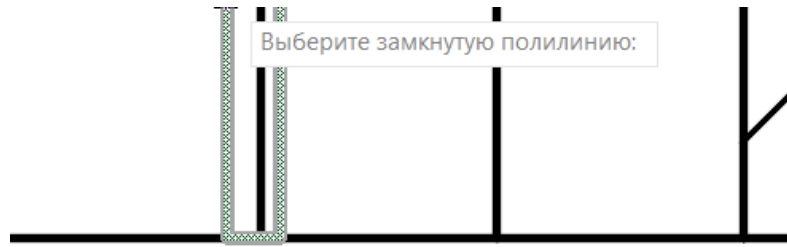


Рис. 226. Выбор прямоугольника в качестве полилинии маскировки

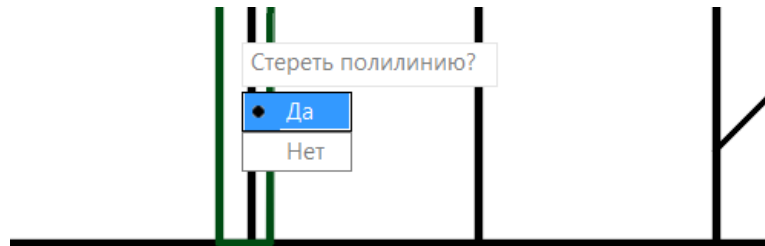


Рис. 227. Выбор удаления полилинии в команде Маскировка

Таким образом, построили вид слева без сплошной центральной линии. затем необходимо нанести осевую линию (рис. 228).

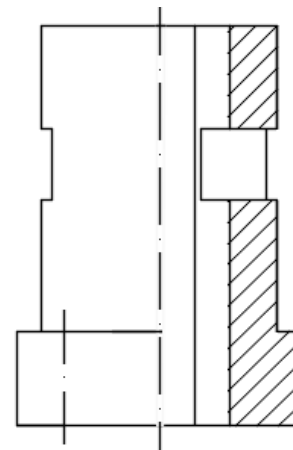


Рис. 228. Вид слева

Для простановки размеров на чертеже, предварительно необходимо во вкладке *Аннотации* настроить *Стиль текста* (рис. 229), задав высоту шрифта 5, имя шрифта *GOST type B*, степень растяжения 15. Можно его сделать *Новым*, а затем *Сделать текущим*.

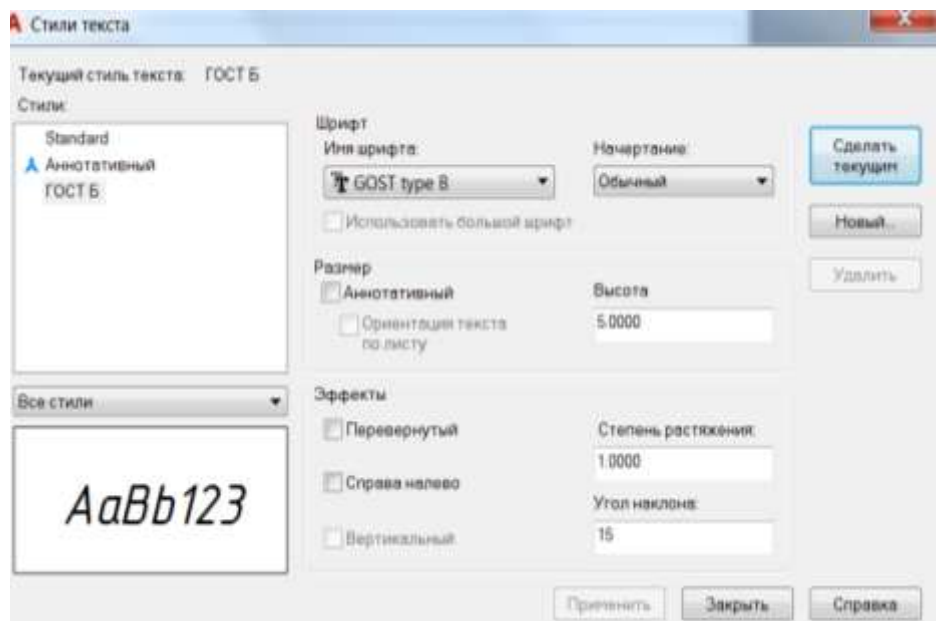


Рис. 229. Настройка стиля текста

Также необходимо настроить **Размерный стиль** (рис. 230).

Принцип настройки стиля шрифта и размерного стиля описан в разделах 5.4 и 5.6, соответственно.

После настроек стилей шрифта и размеров, проставить все необходимые размеры на чертеже (рис. 231).

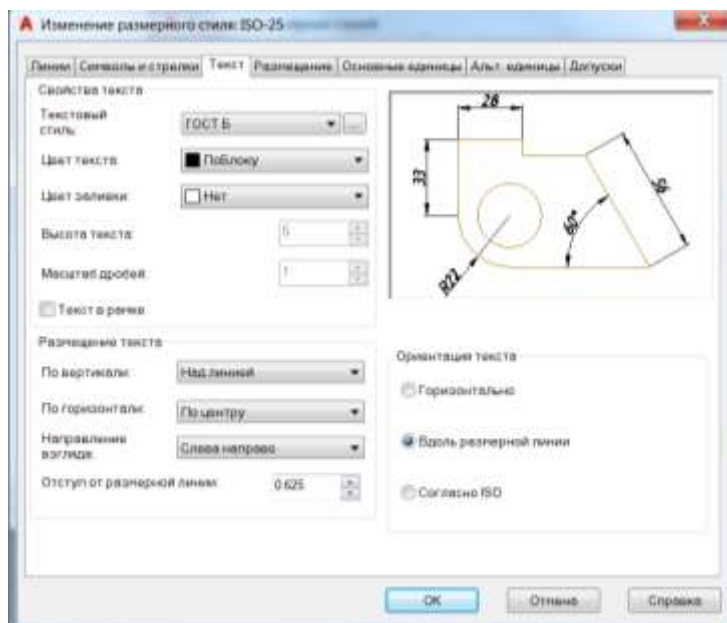


Рис. 230. Настройка размерного стиля

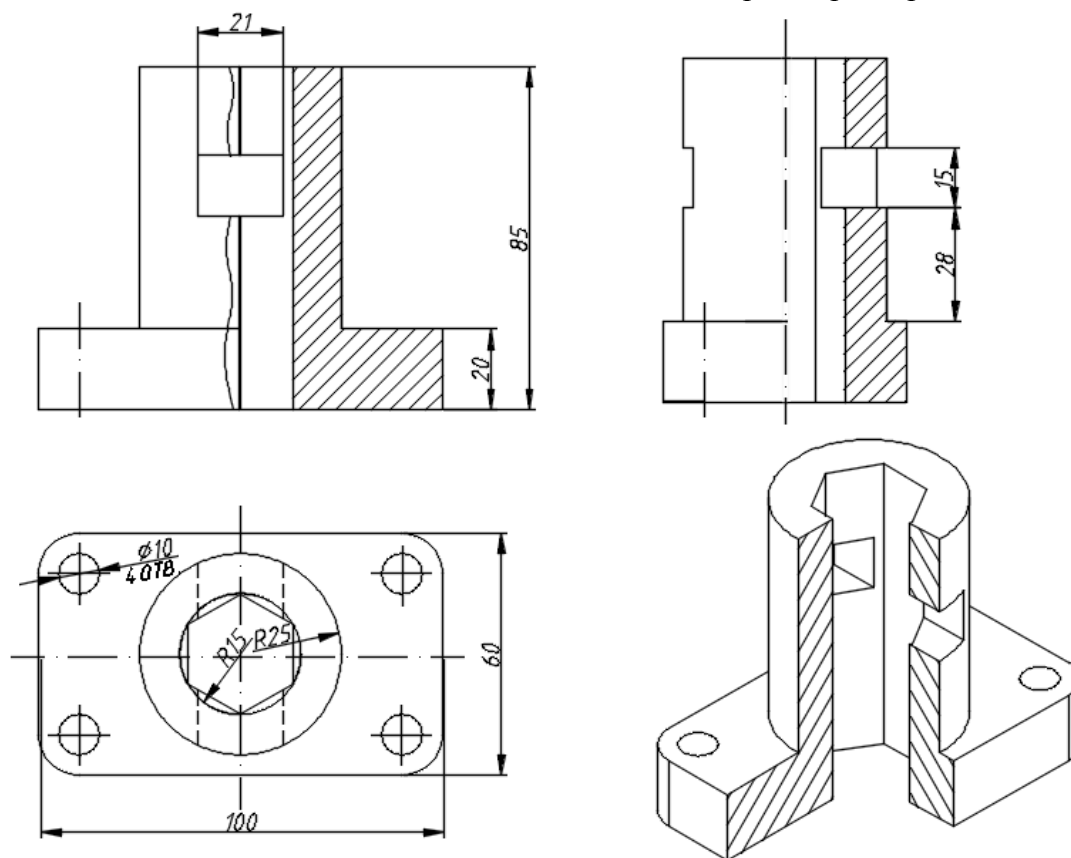


Рис. 231. Проставка размеров на чертеже

Завершающим этапом является создание рамки рабочего поля чертежа и основной надписи (рис. 232).

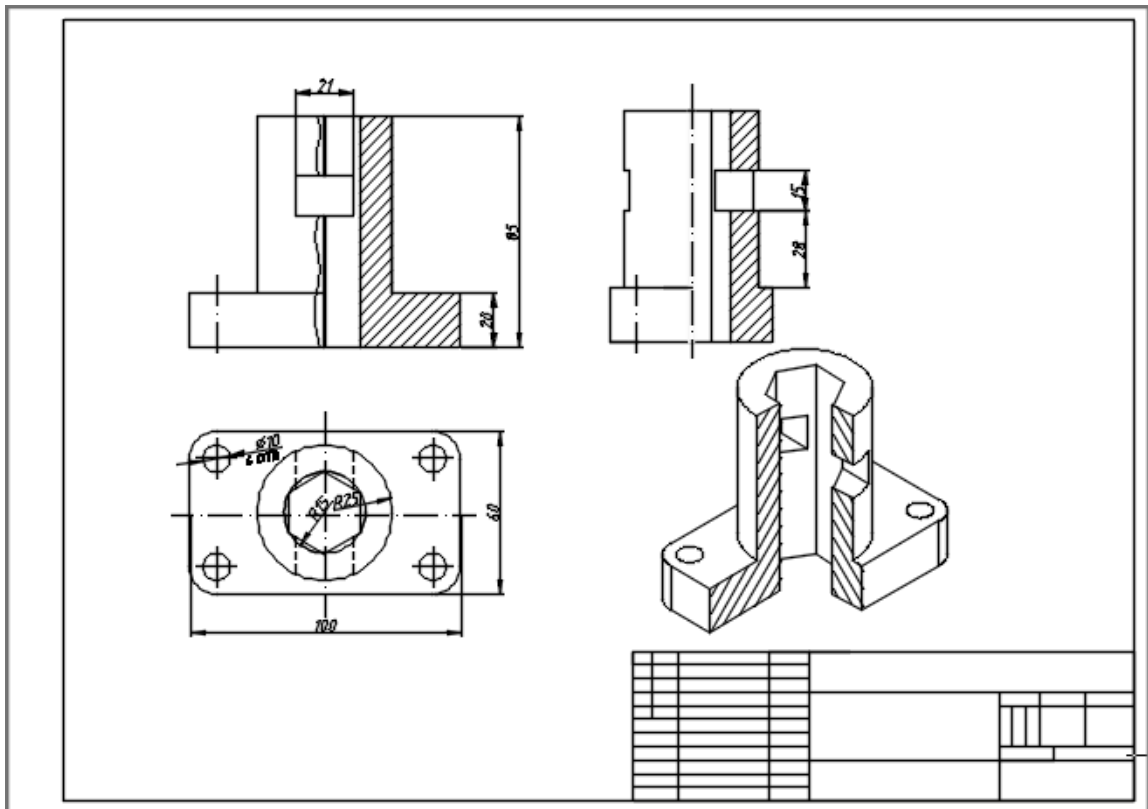


Рис. 232. Проекционный чертеж детали

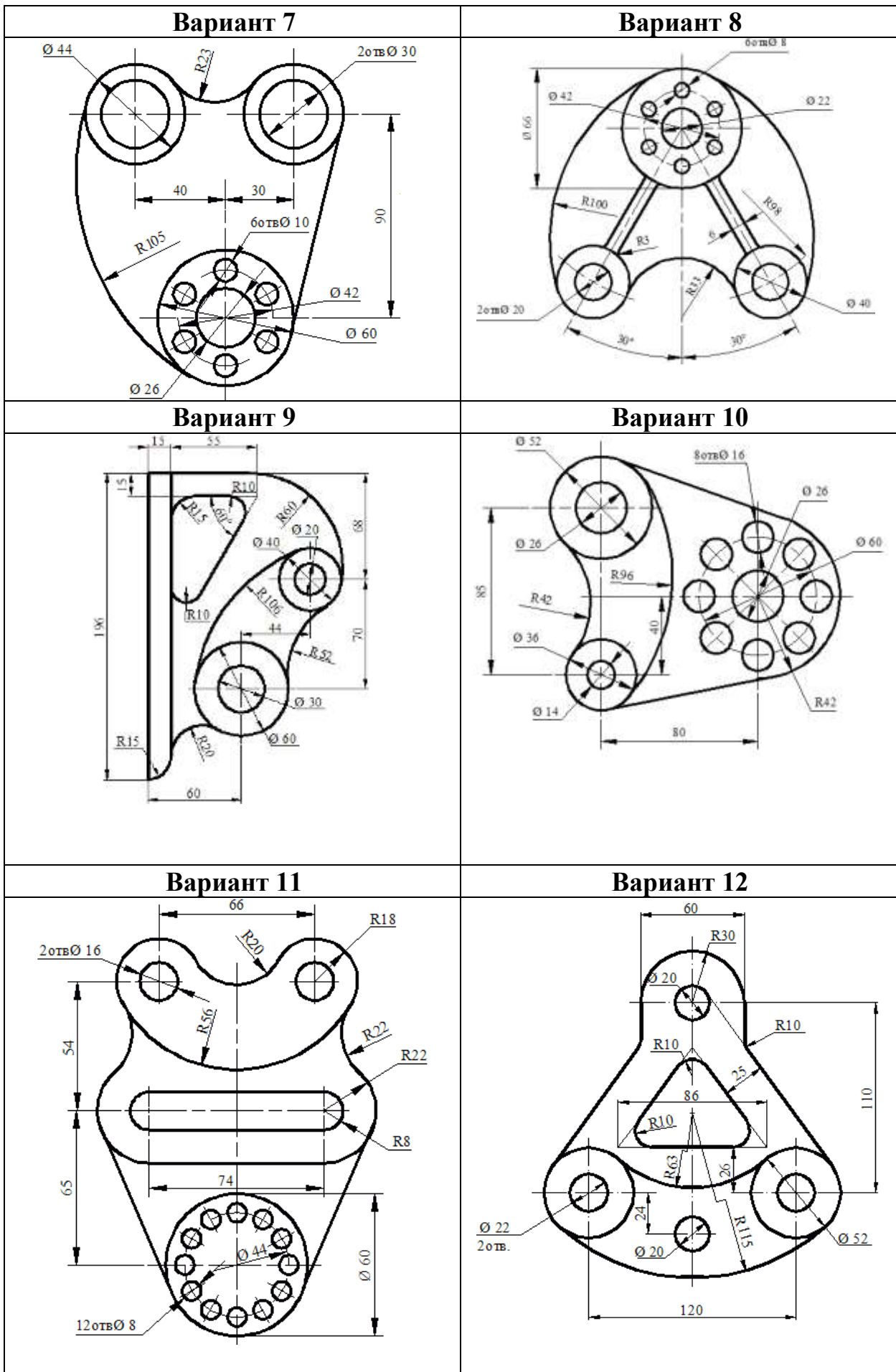
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

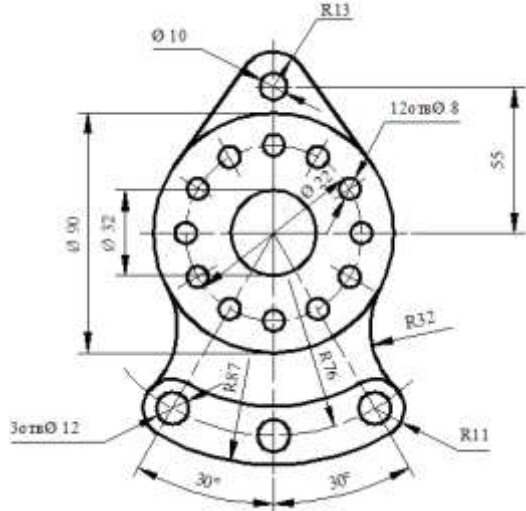
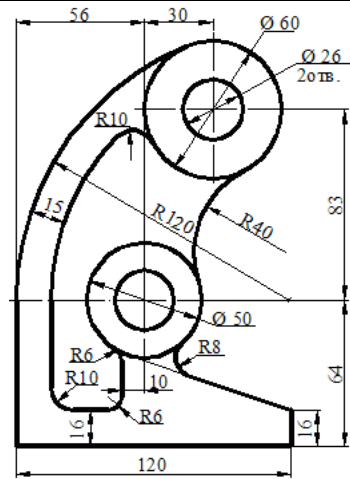
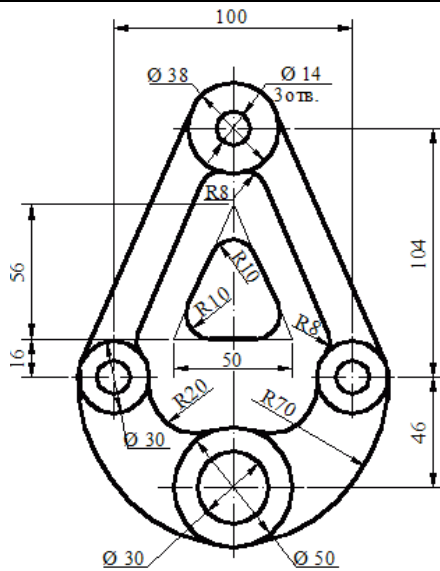
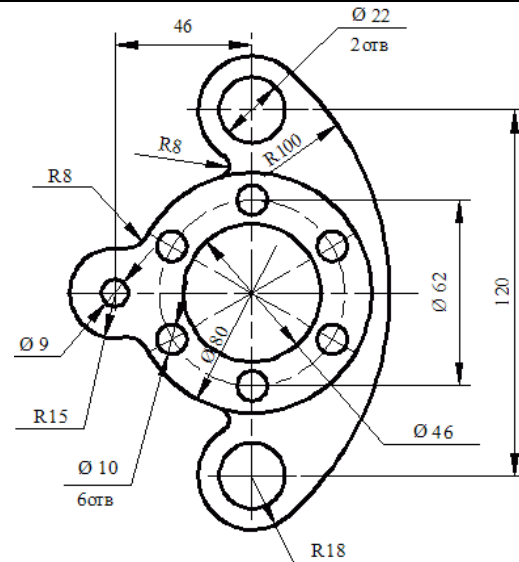
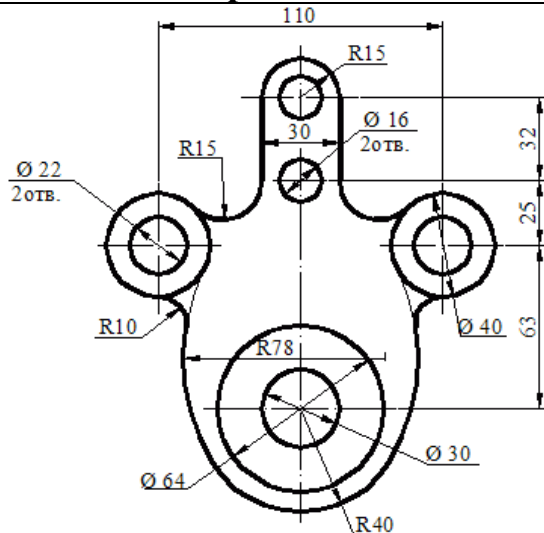
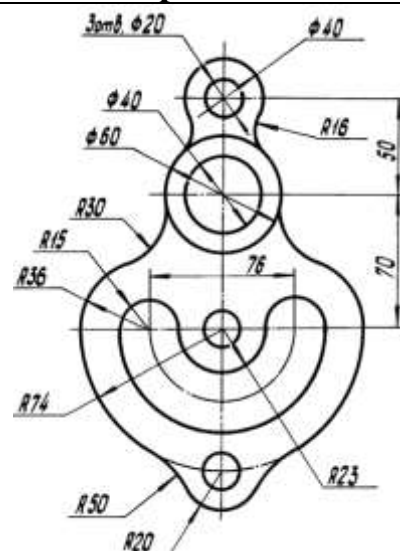
1. Что такое AutoCAD?
2. В каком году вышла первая версия AutoCAD?
3. Как осуществляется переход на стартовую страницу *Начало*?
4. Назовите основные элементы интерфейса системы AutoCAD.
5. Для каких целей служит и где находится Меню приложений?
6. Какие инструменты находятся на Панели быстрого доступа и как она настраивается?
7. Какими вкладками представлено графическое пространство в AutoCAD?
8. Для чего предназначена и где находится командная строка?
9. Что показывает панель координат, какие два режима работы этой панели возможны?
10. Какие рабочие пространства существуют в AutoCAD?
11. С какой целью применяются 2D-объектные привязки?
12. Какие существуют 3D-объектные привязки?
13. Каким образом происходит управление видами?
14. Как происходит управление видовым кубом?
15. Для чего предназначены панель навигации и штурвал в AutoCAD?
16. Как изменить цвет графического экрана?
17. Каким образом и с какой целью создают слои в AutoCAD?
18. Чем отличаются рабочие пространства 3D-моделирование и 3D-основные?
19. Каким образом настраиваются и наносятся размеры в AutoCAD?
20. Каковы особенности выполнения текста в AutoCAD?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

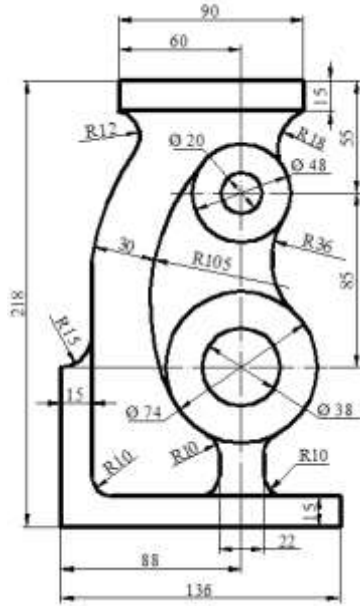
Индивидуальные задания для выполнения 2D-чертежа

Вариант 1	Вариант 2
Вариант 3	Вариант 4
Вариант 5	Вариант 6

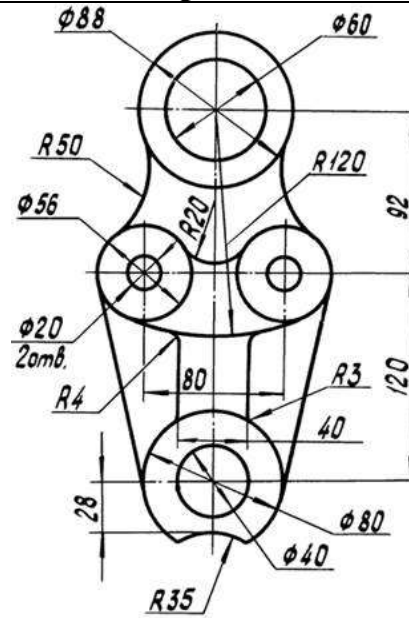


Вариант 13**Вариант 14****Вариант 15****Вариант 16****Вариант 17****Вариант 18**

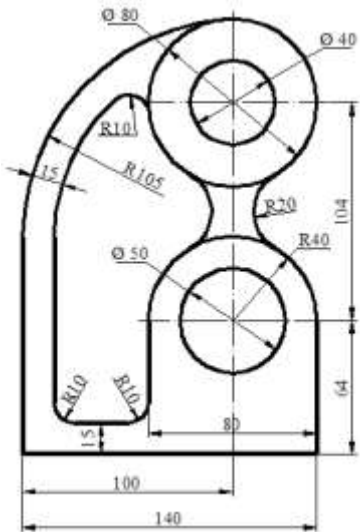
Вариант 19



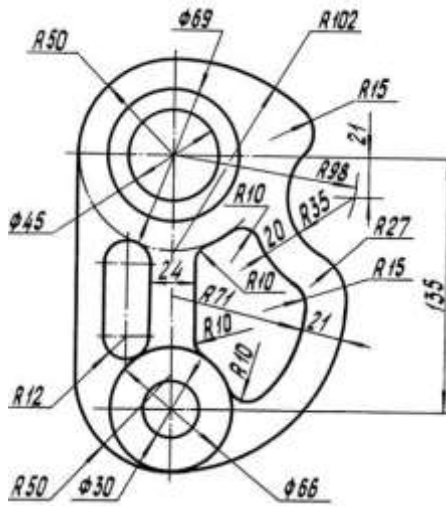
Вариант 20



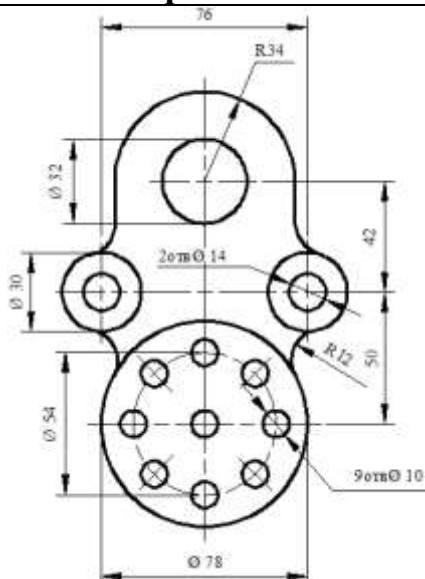
Вариант 21



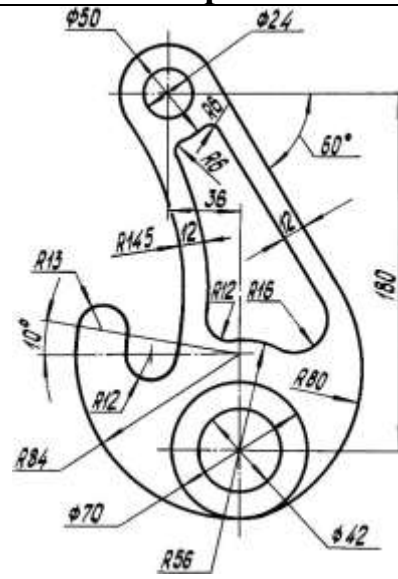
Вариант 22



Вариант 23



Вариант 24

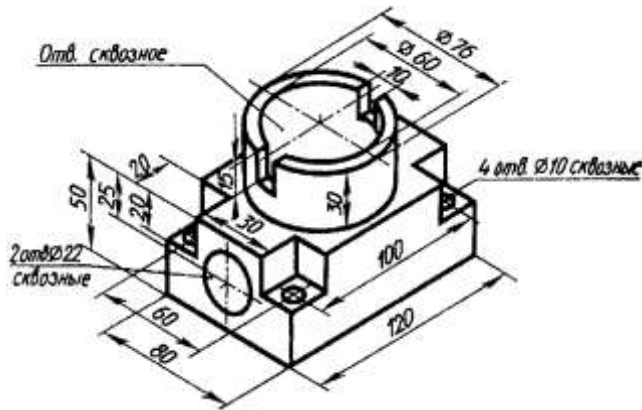


ПРИЛОЖЕНИЕ 2

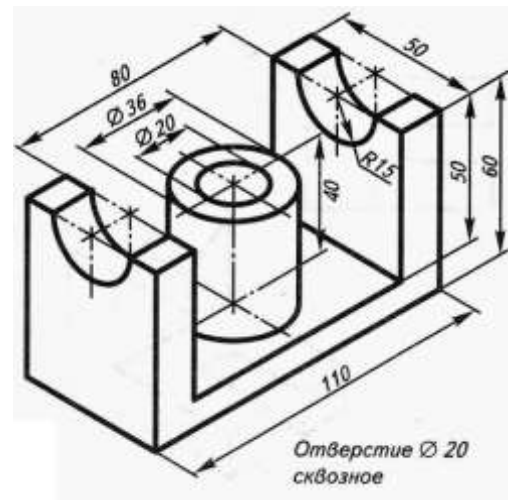
Индивидуальные задания для выполнения 3D-модели детали

Вариант 1	Вариант 2
Вариант 3	Вариант 4
Вариант 5	Вариант 6

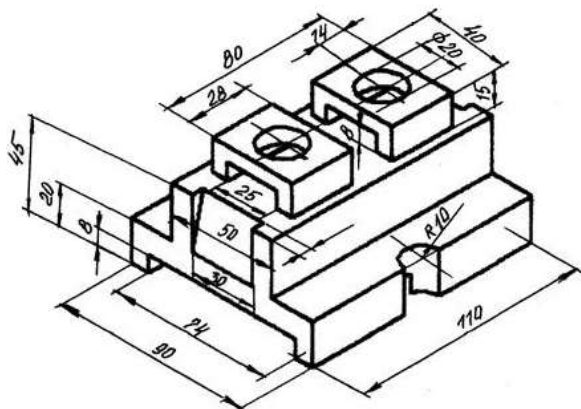
Вариант 7



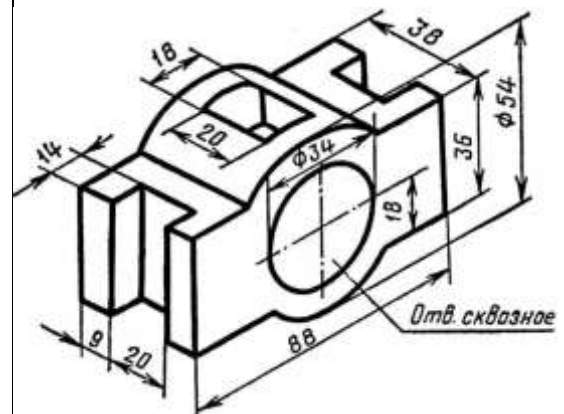
Вариант 8



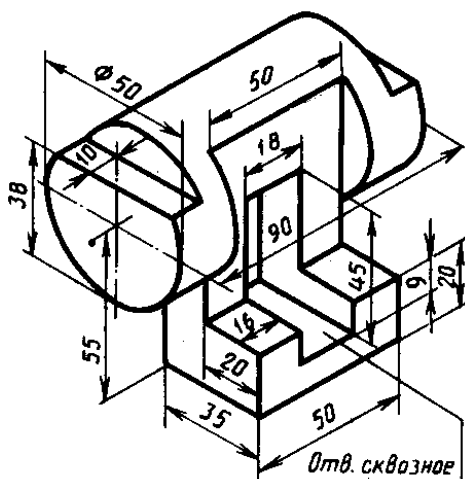
Вариант 9



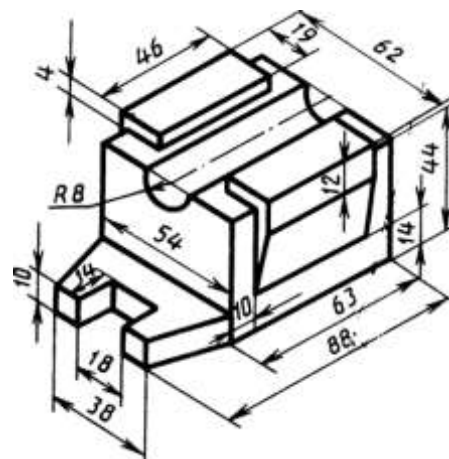
Вариант 10



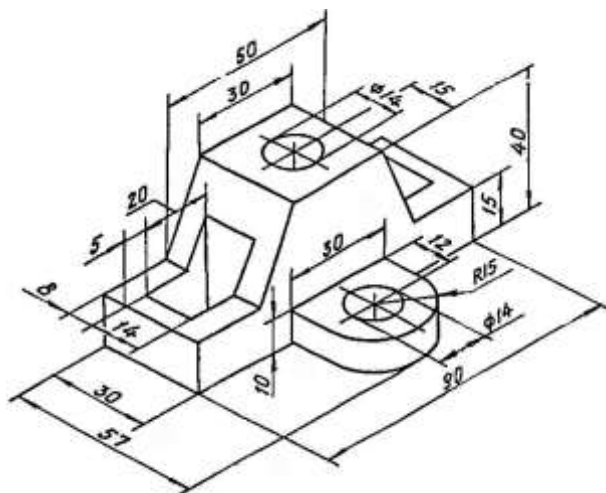
Вариант 11



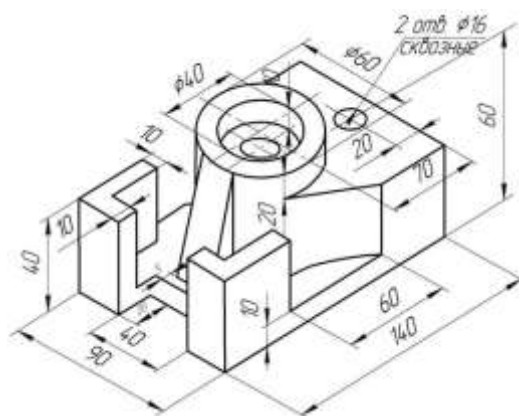
Вариант 12



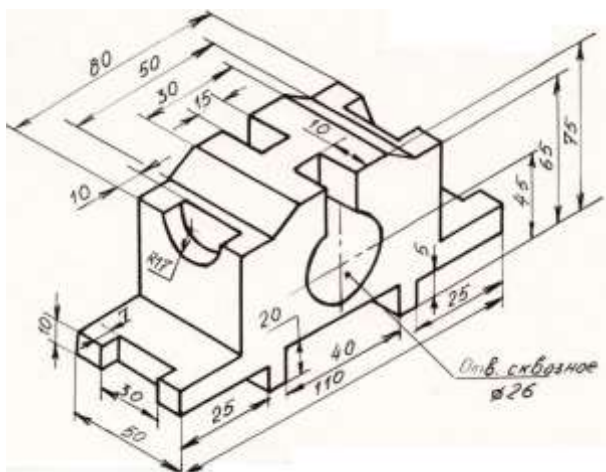
Вариант 13



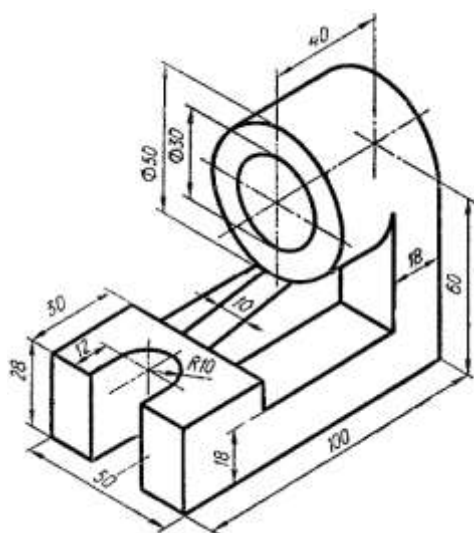
Вариант 14



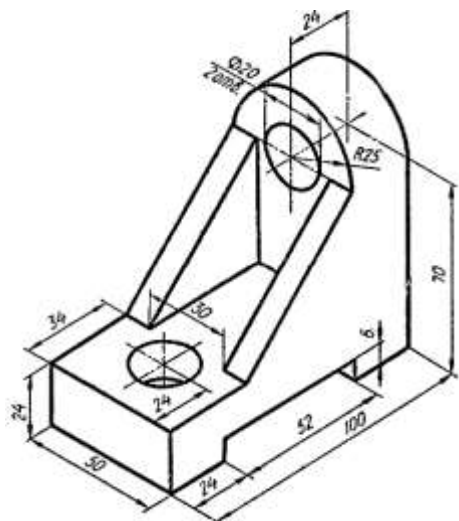
Вариант 15



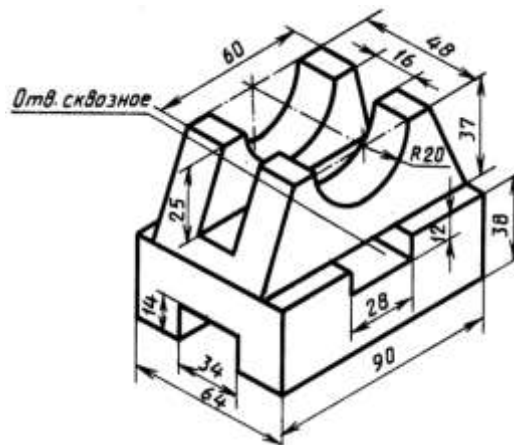
Вариант 16

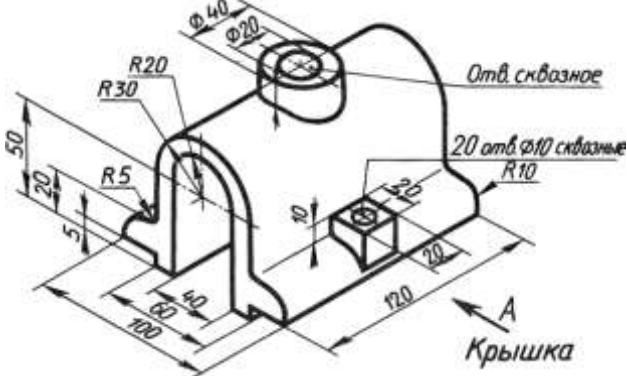
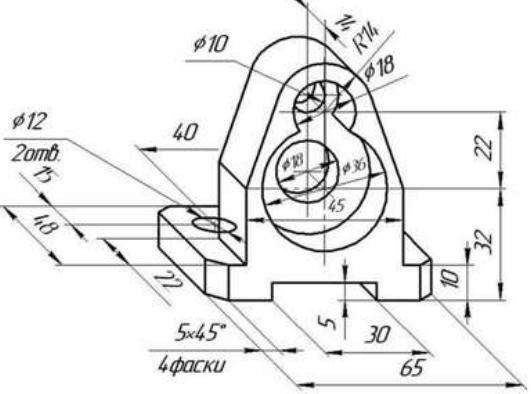
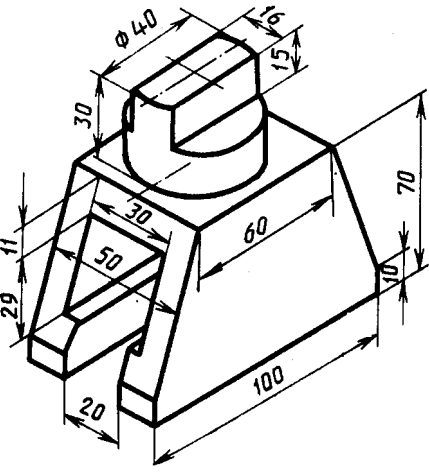
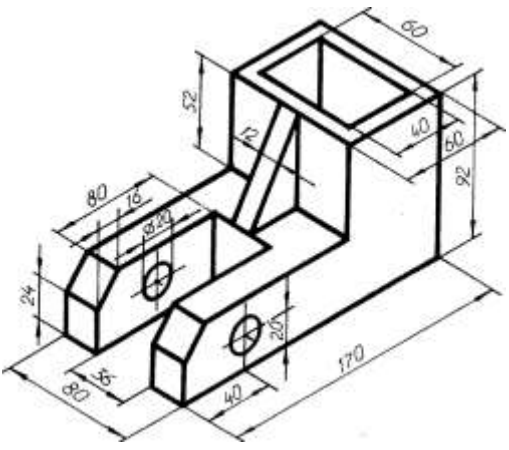
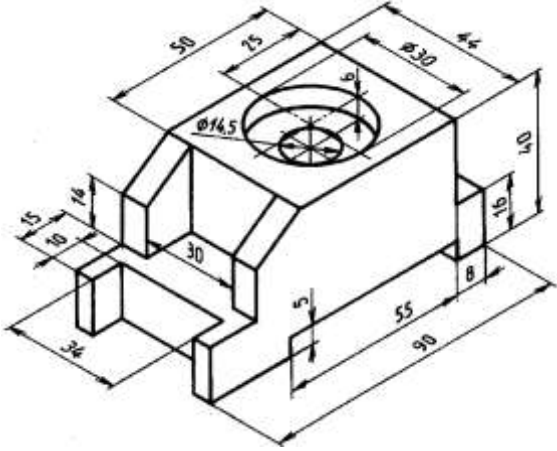
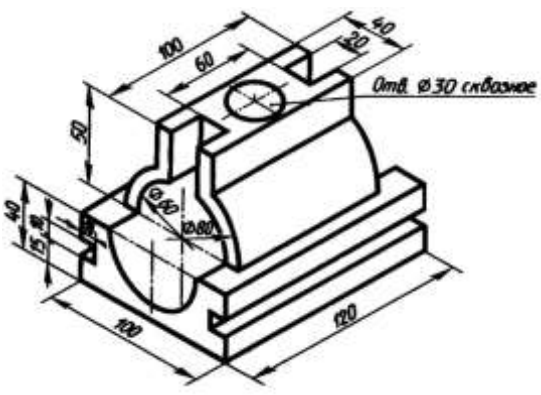


Вариант 17

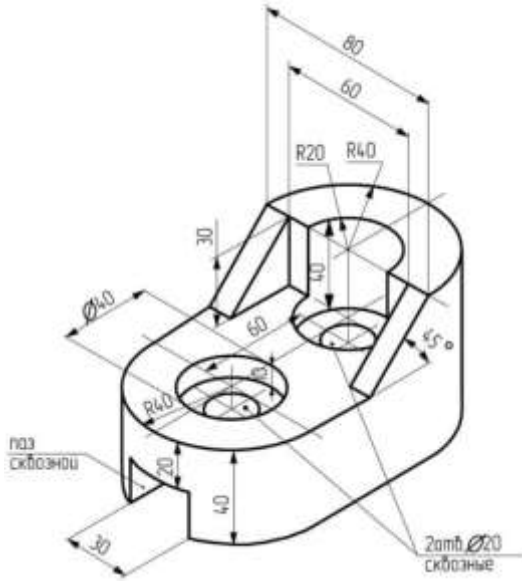


Вариант 18

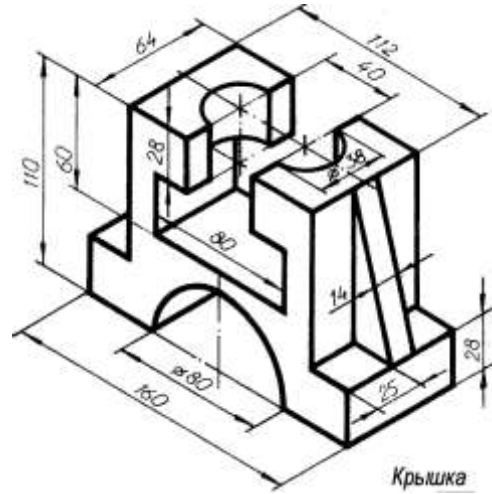


Вариант 19	Вариант 20
 <p>Отв. сквозное 20 отв. $\phi 10$ сквозные R20 R30 R5 R10 $\phi 40$ $\phi 20$ 50 20 5 40 80 100 120 A Крышка</p>	 <p>$\phi 10$ R7/4 R18 $\phi 12$ 2 отв. $\phi 10$ 40 11 22 18 10 32 5 30 65 5x45° 4 фаски</p>
Вариант 21	Вариант 22
 <p>$\phi 40$ 16 15 30 30 60 70 29 11 50 20 100</p>	 <p>80 52 60 170 24 80 16 20 40 92 80</p>
Вариант 23	Вариант 24
 <p>50 25 44 $\phi 45$ 140 15 14 30 55 90 8 16 34</p>	 <p>Отв. $\phi 30$ сквозное 100 60 40 50 120 120 40 15 10</p>

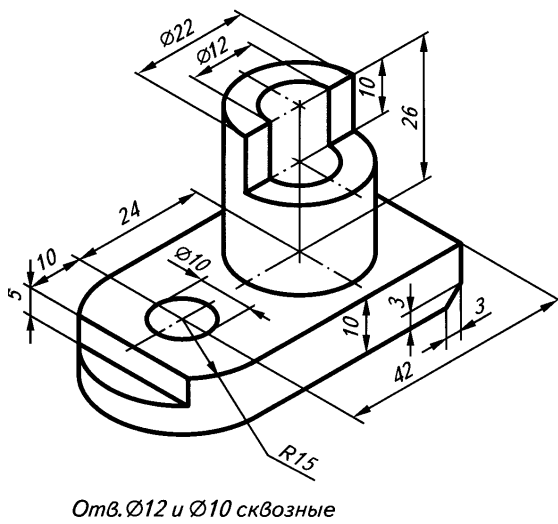
Вариант 25



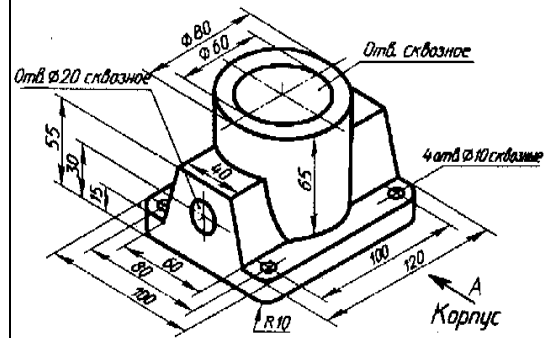
Вариант 26



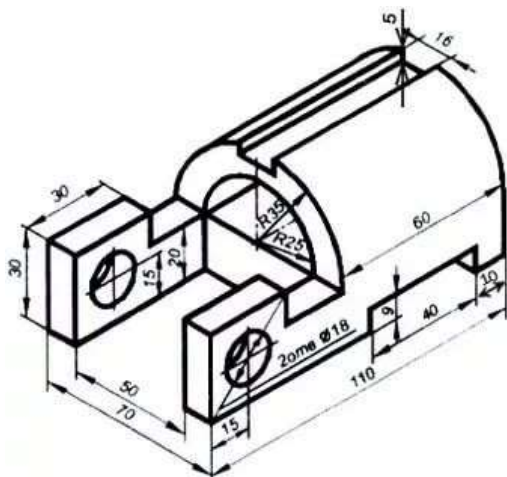
Вариант 27



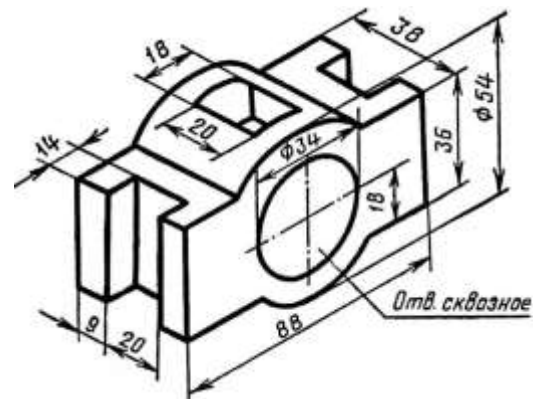
Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Автокад 2018. Поддержка и обучение. - URL: <http://www.autodesk.ru/>
Дата обращения 10.04.2019.
- 2.Жарков Н.М. AutoCAD 2016. Официальная русская версия.: Наука и техника, 2016. - 624с.
- 3.Компьютерная графика в системе AutoCAD (2D-проектирование). Методические указания для самостоятельной работы студентов / З. О. Третьякова, М. В. Воронина. - СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014.- 41 с.
- 4.Инженерная и компьютерная графика. Методические указания к лабораторной работе «Создание 3D модели детали в системе автоматизированного проектирования AutoCAD» / З. О. Третьякова, М. В. Воронина. - СПб.: НМСУ «Горный», 2015.- 45 с.
- 5.Инженерная и компьютерная графика. «2D проектирование в системе автоматизированного проектирования AutoCAD». Методические указания к лабораторным работам / З. О. Третьякова, М. В. Воронина. - СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016.- 45 с.
- 6.Компьютерная графика в системе AutoCAD (3D-моделирование). Методические указания к самостоятельной работе студентов / З. О. Третьякова, М. В. Воронина. - СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016.- 45 с.
- 7.Мясоедов Ю.В. Трехмерное моделирование в системе AutoCAD: учебное пособие / Мясоедов Ю.В., Гаврилюк Е.А., Ковалева Л.А. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. - 61 с.
- 8.Шипова, Г. М. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD / Г.М. Шипова, В.Г. Хрящев. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 218 с.
- 9.<https://b-ok.org/book/2931776/cac2b5>.