

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания к выполнению лабораторной работы по теме
«Твердотельное моделирование и компоновка чертежа »

для студентов всех специальностей

Томск 2012

ГЛАВА 3

Твердотельное моделирование и компоновка чертежа

Целью данного раздела является знакомство с возможностями САПР **AutoCAD** по созданию и редактированию объемных твердотельных объектов в рабочем пространстве **3D моделирование** и созданию рабочего чертежа на бумаге с помощью технологии видов в пространстве листа.

В результате выполнения работы будут освоены операции:

- по созданию твердотельных примитивов в рабочем пространстве **3D моделирование**;
- по созданию видовых экранов в пространстве листа.

3.1. Создание твердотельной модели

В результате данной работы будет создана твердотельная модель гайки накидной рис.3.1.

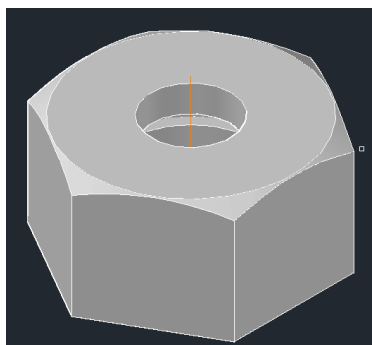





Рис.3.1. Твердотельная модель гайки накидной.

 **Загрузите AutoCAD и сохраните файл**, созданный программой по умолчанию Чертеж3 в свою папку.

 **В появившемся рабочем окне системы AutoCAD** в правом нижнем углу в строке состояния AutoCAD нажмите кнопку  и **выберите** рабочее пространство **3D моделирование** (рис.3.2).

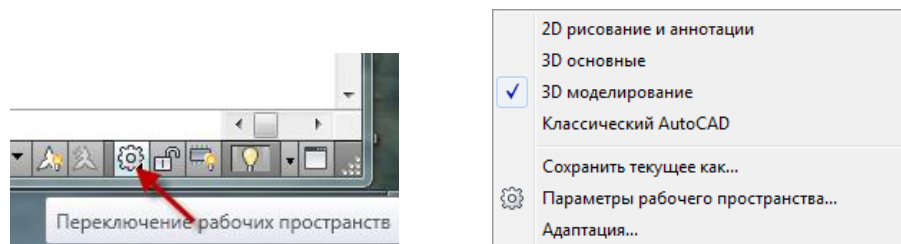


Рис.3.2. Строка состояния AutoCAD и контекстное меню выбора рабочего пространства

Установите относительные полярные координаты, нажав клавишу **+** в нижней части экрана и выберете при помощи правой кнопки мыши в появившемся контекстном меню **Настройка...**

В открывшемся диалоговом окне **Режимы рисования** выберите вкладку **Динамический ввод** → (1) (рис.3.3). Затем нажмите клавишу **Настройка** →(2). В поле **Формат** выберите **Полярный формат** и **Относительные координаты** →(3).

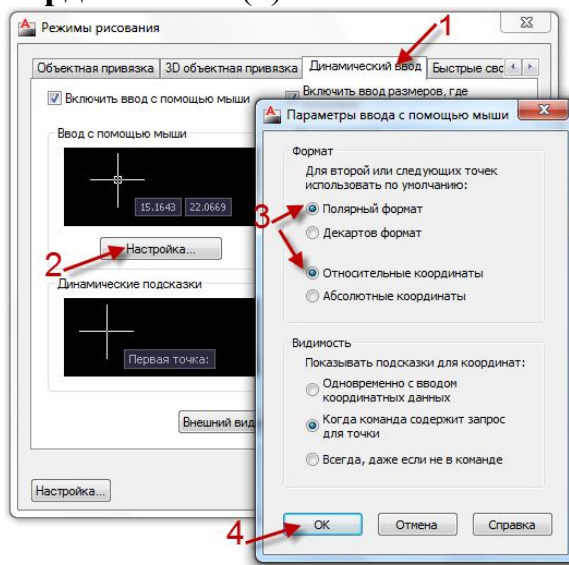


Рис.3.3. Окно **Режимы рисования**

Создайте слой **Оси**, тип линий – осевая, цвет - оранжевый. Сделайте его текущим.

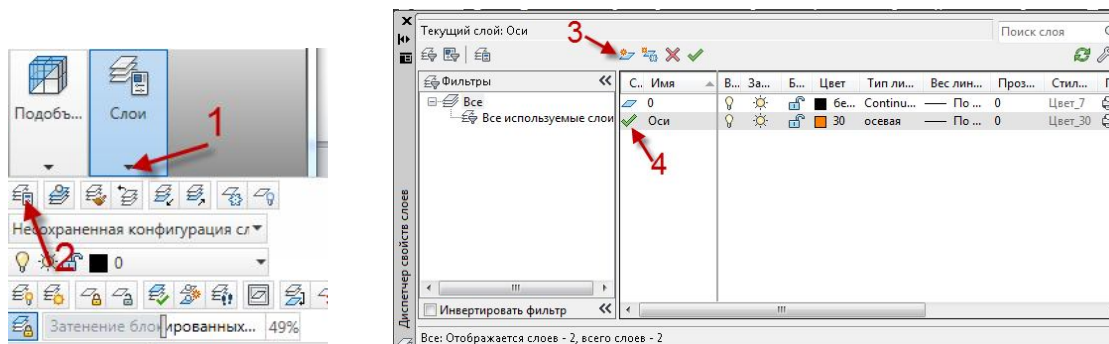
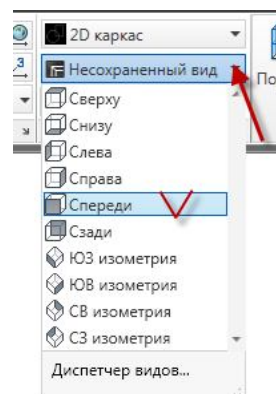




Рис.3.4. Лента, вкладка **Главная** и диалоговое окно

Диспетчер свойств слоев.

Изменим вид плоскости построений.

На главной вкладке ленты, панель «**Вид**» выберите «**Спереди**».



 **Построим ось вращения.** Ввод координат осуществляется в окна Динамического ввода. Проверьте, что включена кнопка динамического ввода  внизу рабочего окна.



Команда: **ОТРЕЗОК**



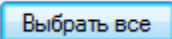
Первая точка: **200,100 [Enter]**

Первая точка: 200 100

Следующая точка или: **0,-60 [Enter] [Enter]**

Следующая точка или: 0 -60

 **Создадим внутренний контур гайки.**

Включите кнопки  и  внизу рабочего стола, в настройках объектной привязки выберите  .

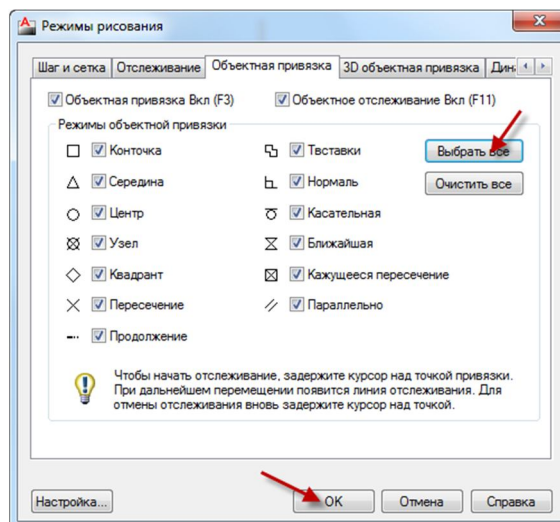
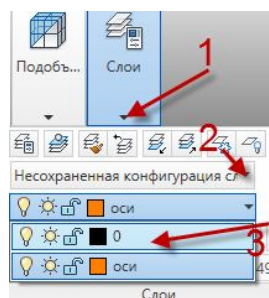


Рис.3.5 Окно **Режимы рисования**, вкладка **Объектная привязка**



 **Сделайте текущим слой 0.**

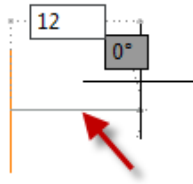
 **Создадим контур вращения.**



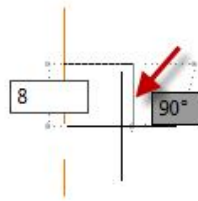
Команда: **ПЛИНИЯ** на главной вкладке ленты, панель «**Рисование**»

Начальная точка или: **200,90 [Enter]**

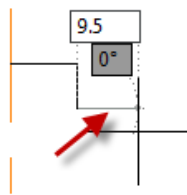
Следующая точка или: установите курсор так, чтобы появилась горизонтальная линия, введите значение **12 [Enter]**



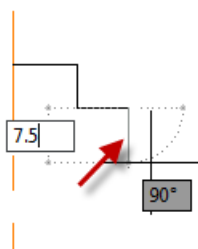
Следующая точка или: установите курсор так, чтобы на экране появилась вертикальная линия, и введите значение **8 [Enter]**



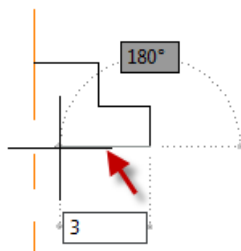
Следующая точка или: установите курсор так, чтобы появилась горизонтальная линия, введите значение **9.5 [Enter]**



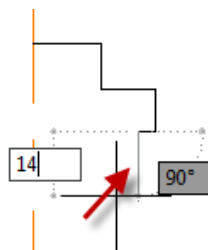
Следующая точка или: установите курсор так, чтобы появилась вертикальная линия, введите значение **7.5 [Enter]**




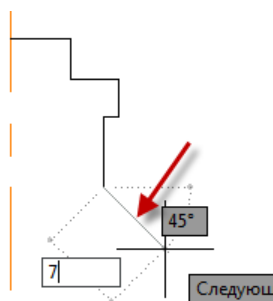
Следующая точка или: установите курсор так, чтобы появилась горизонтальная линия, введите значение **3 [Enter]**




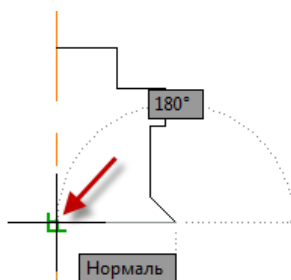
Следующая точка или: установите курсор так, чтобы появилась вертикальная линия, введите значение **14 [Enter]**

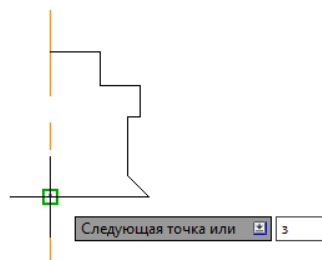


Следующая точка или: отключите кнопку орто , перемещайте курсор до появления значения угла **45°**, введите значение **7 [Enter]**



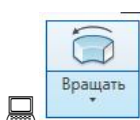
Следующая точка или: включите кнопку орто , установите курсор так, чтобы появилась горизонтальная линия, и доведите ее до пересечения с осью вращения при этом высветится привязка «**Нормаль**».






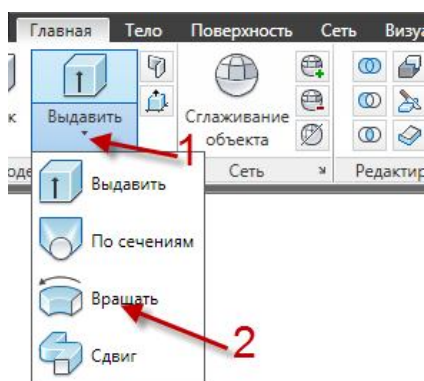
*Следующая точка или: **Замкнуть***

В результате выполненных команд будет получен замкнутый контур вращения построенный полилинией.



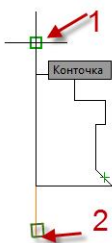
Команда **ВРАЩАТЬ**

На главной вкладке ленты, в раскрывшемся списке кнопки  выберите команду «**Вращать**».



*Выберите объекты для вращения или: укажите мышкой полученный контур
[Enter]*

*Начальная точка оси вращения или: укажите мышью при помощи привязки
«**Конточка**» верхнюю точку 1 оси вращения.*



Конечная точка оси: укажите мышью нижнюю точку 2 оси вращения.

*Угол вращения или: **360 [Enter]***

В результате вращения получится фигура, представленная на рис.3.6.

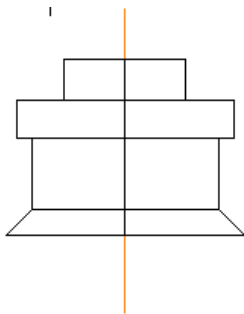


Рис.3.6 Результат вращения.

 **Создадим внешний контур гайки.**

Изменим плоскость построений.

На главной вкладке ленты, панель  «*Координаты*» выберите

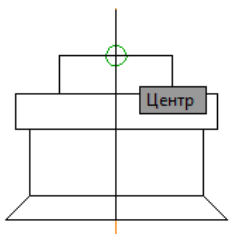


ПСК «*Мировая*»



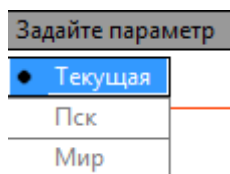
Команда **НАЧАЛО**. На главной вкладке ленты, панель «*Координаты*»

Используя привязку «**Центр**» укажите верхнюю точку пересечения контура




вращения с осью

В командной строке или непосредственно в графическом поле наберите команду **ПЛАН**.

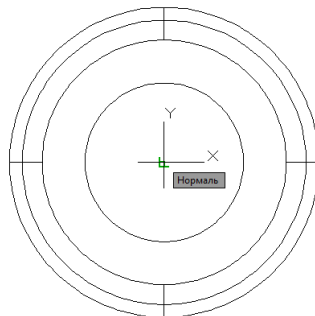


Выберите - *Текущая*

 Команда **МНОГОУГОЛЬНИК** на главной вкладке ленты, панель «**Рисование**»

Число сторон: **6 [Enter]**

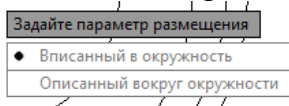
Укажите центр многоугольника или: Используя привязку «**Нормаль**»



укажите центр пересечения осей .

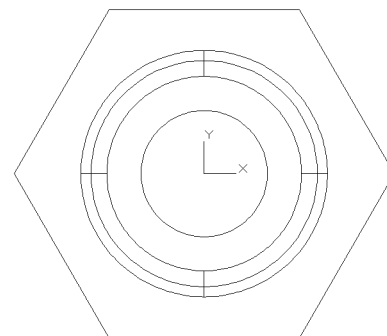
[Enter]

Задайте параметр размещения: Выберите вписанный в окружность




Радиус окружности: **36.05 [Enter]**

В результате построения получится шестиугольник.



Для построения конической фаски на гайке построим окружность вписанную в шестиугольник.

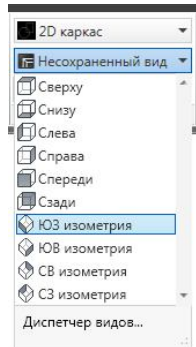
 Команда **ЦЕНТР, РАДИУС** на главной вкладке ленты, панель «**Рисование**»

Центр круга или: используя привязку «**Нормаль**» укажите центр пересечения осей **[Enter]**

Радиус круга или: **31 [Enter]**

Изменим вид плоскости построений

 Команда **ЮЗ-ИЗОМЕТРИЯ** на главной вкладке ленты, панель



«**Вид**»

Создадим объемную модель гайки.



Команда **ВЫДАВИТЬ** на главной вкладке ленты, панель «**Моделирование**»

Выберите объекты для выдавливания или: укажите мышкой полученный шестиугольник **[Enter]**

Высота выдавливания или: при помощи мыши и привязки «**Центр**» выберите высоту гайки, равную высоте внутреннего контура гайки. Рис.3.7.

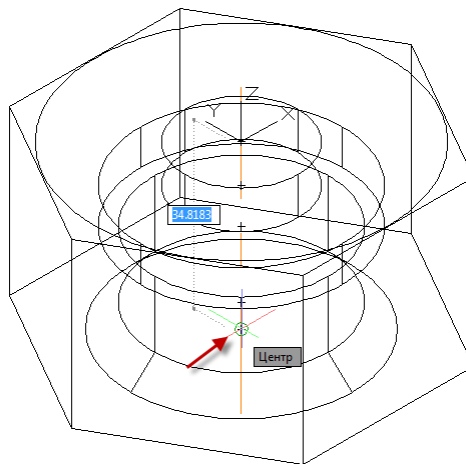



Рис.3.7 Выбор высоты гайки при помощи привязки «Центр»

 Команда **ВЫЧИТАНИЕ** на главной вкладке ленты, панель «**Редактирование**»

Выберите объекты: укажите шестигранник **[Enter]**

Выберите объекты: укажите внутренний контур гайки **[Enter]**


В результате все твердотельные примитивы превратились в один составной объект.

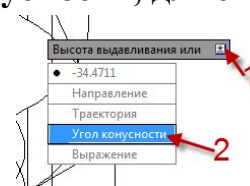
 Создадим коническую фаску на гайке.



Команда **ВЫДАВИТЬ** на главной вкладке ленты, панель «*Моделирование*»

Выберите объекты для выдавливания или: укажите мышкой на верхнюю окружность $d=62$ мм ($R=31$ мм) **[Enter]**

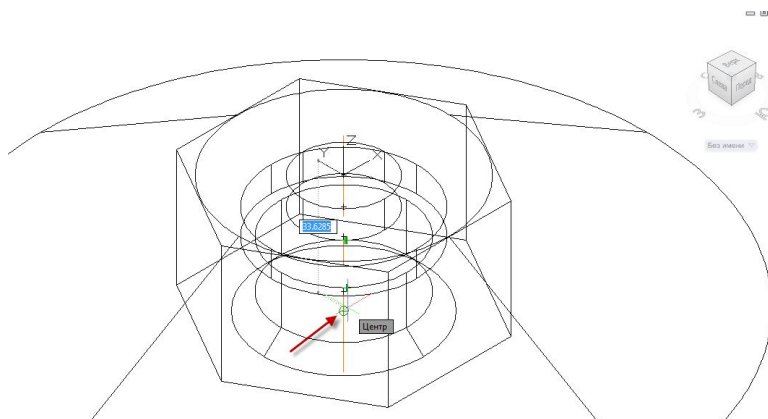
Высота выдавливания или: воспользовавшись клавишей  в окне динамического ввода, из списка опций выберите **Угол конусности**, для этого



нужно нажать на клавиатуре клавишу стрелки $[\downarrow]$. **[Enter]**

Угол конусности для выдавливания или: -60 **[Enter]**

Высота выдавливания или:



при помощи мыши и привязки «**Центр**» укажите высоту, равную высоте гайки, как на рис. **[Enter]**.



Команда **ПЕРЕСЕЧЕНИЕ** на главной вкладке ленты, панель «*Редактир. тело*»

Выберите объекты: при помощи мыши укажите гайку, затем конус **[Enter]**

В результате выполненной команды получится изображение гайки с конической фаской рис.3.8.

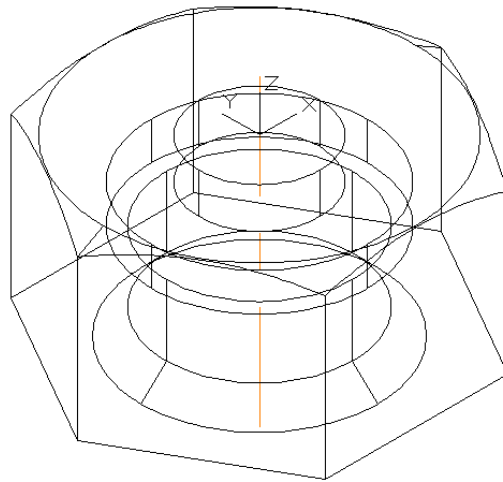
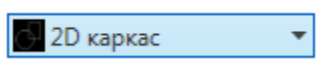


Рис.3.8. Изображение гайки с конической фаской

Поменяем визуальный стиль

На главной вкладке ленты, панель «**Вид**» в раскрывшемся списке кнопки



выберите *Оттенки серого* (рис.3.9).

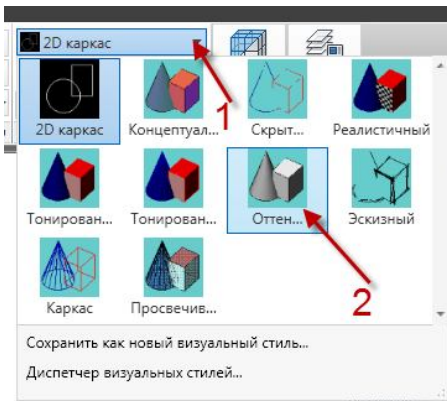


Рис.2.9. Список для выбора визуального стиля на чертеже

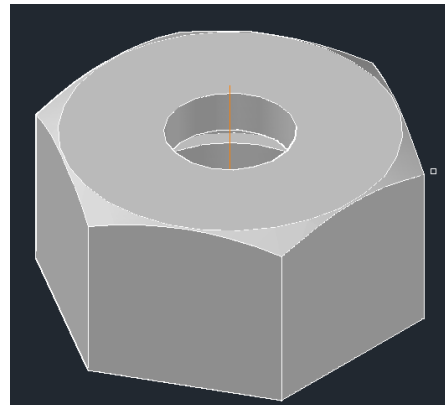





Рис.2.10. Изображение гайки в визуальном стиле «Оттенки серого»

 **Перед началом построения рабочего чертежа гайки поменяйте визуальный стиль на 2Dкаркас.**

3.2. Создание рабочего чертежа по твердотельной модели

Для создания рабочего чертежа гайки в пространстве листа воспользуемся уже построенной нами моделью. Чертеж гайки должен содержать вид сверху, вид спереди совмещенный с разрезом. Следовательно,

нужно создать в пространстве листа 3 видовых экрана согласованных проекций.

 **Перейдите на вкладку Лист1** . В контекстном меню, вызванном правой кнопкой мыши, вкладки *Лист* (рис.3.11) выберите строчку *Диспетчер параметров листов*. В открывшемся окне нажмите кнопку *Редактировать* (рис.3.11), установите формат листа **210×297**, ориентация чертежа **книжная**.

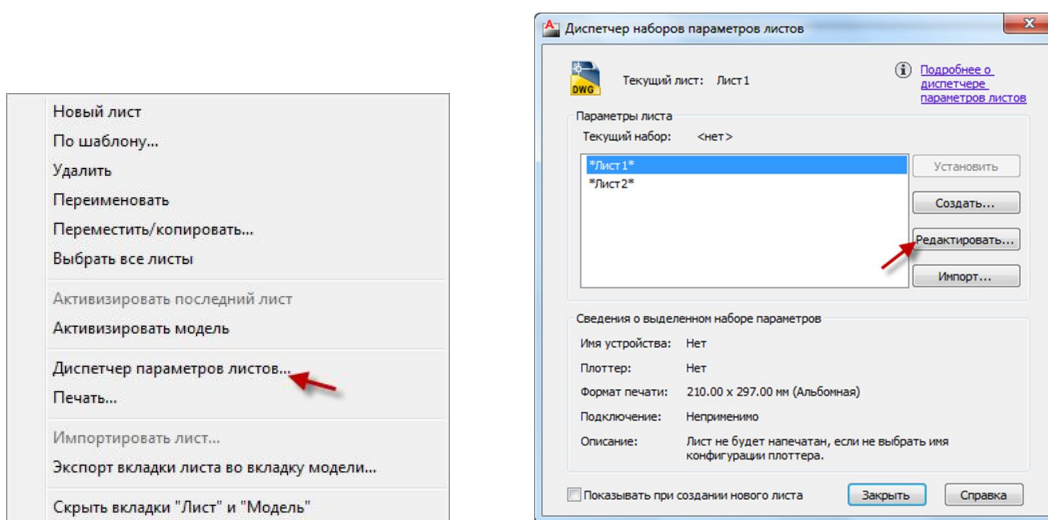


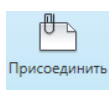
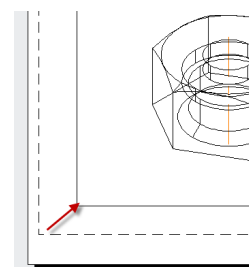


Рис.3.11. Контекстное меню вкладки **Лист** и диалоговое окно **Диспетчера наборов параметров листов**

 **Выделите видовой экран**, который программа создала по умолчанию и нажмите клавишу **Delete**.

 **Создайте новый слой**, присвойте ему имя **«Основная надпись»**, сделайте его текущим.



Команда **ПРИСОЕДИНИТЬ** на вкладке **Вставка** ленты в группе **«Ссылка»**

Откроется окно **выбора файла ссылки**, найдите шаблон вертикального формата А4 →**Открыть**→**ОК**. Программа вернет Вас в пространство листа, и по мере перемещения курсора

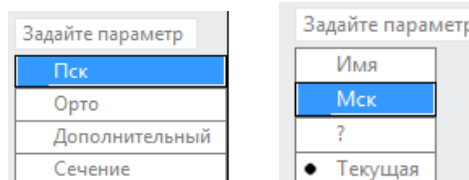


на экране будет перемещаться вставляемый формат. Установите формат, совмещая его внешние границы с границами листа.

📄 Создадим Вид сверху

📄 Команда **Т-ВИД** на главной вкладке ленты, панель «**Моделирование**»

Задайте параметр: Выберите **Пск**, затем **Мкс**



Масштаб вида: **1** Масштаб вида <1>: | [Enter]

Центр вида: Укажите точку центра вида в середине нижней части листа. Система создаст видовой экран и сделает первое приближение по размещению вида (см. рис. 3.12). Выбрав удачное положение зафиксируйте его нажав клавишу мыши **[Enter]**.

Первый угол видового экрана: Щелкните мышкой рядом с левым верхним углом вида.

Противоположный угол видового экрана: Щелкните мышкой рядом с правым нижним углом вида так, чтобы все изображение было в рамке (см. рис. 3.13).

Имя вида: **Сверху** **[Enter] [Enter]**

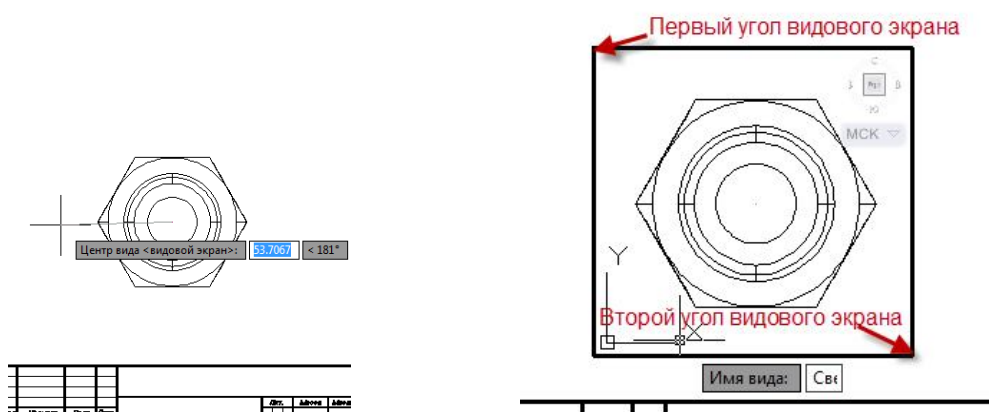
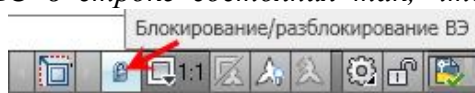


Рис.3.12.Выбор центра видового экрана Рис.3.13. Выбор углов видового экрана

👉 Для того, чтобы при зумировании не изменить случайно масштаб видового экрана вида сверху, выделите его рамку и нажмите на кнопку

Блокирование/разблокирование ВЭ в строке состояния так, чтобы появилось

изображение закрытого замочка.



Создадим главный Вид

Главный вид строим совмещенный с разрезом, поэтому создадим 2 видовых экрана, один из которых содержит вид детали, а другой – разрез.

Команда **Т-ВИД** на главной вкладке ленты, панель «**Моделирование**»

Задайте параметр: Выберите из контекстного меню **Орто**

Укажите сторону видового экрана для проекции: Укажите нижнюю горизонтальную сторону рамки видового экрана **Сверху**, пользуясь объектной привязкой «**Середина**» (рис. 3.14).

Центр вида: Укажите положение центра вида (вверх от вида сверху) **[Enter]**

Первый угол видового экрана: Укажите один угол (рис.3.15)

Противоположный угол видового экрана: Укажите второй угол так, чтобы очертить ровно половину детали, т. к. совмещение вида с разрезом будет по осевой линии (рис. 3.15).

Имя вида: Введите с клавиатуры имя **Главный** (рис. 3.15) **[Enter] [Enter]**

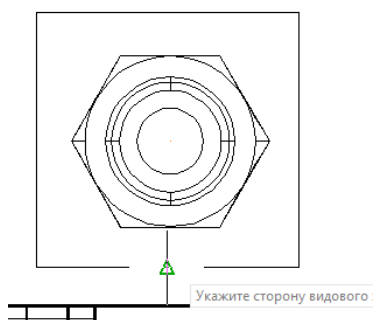


Рис. 3.14. Построение главного вида

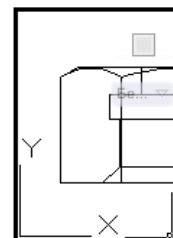


Рис.3.15. Выбор углов видового экрана

Создадим Разрез

Команда **Т-ВИД** на главной вкладке ленты, панель «**Моделирование**»

Задайте параметр: Выберите из контекстного меню **Сечение**

Первая точка секущей плоскости: Плоскость пройдет по оси симметрии детали, с помощью объектной привязки «**Нормаль**» укажите первую точку (рис. 3.16), (предварительно активизируйте окно вида сверху, щелкнув внутри него мышью).

Вторая точка секущей плоскости: укажите вторую точку секущей плоскости с помощью привязки «Нормаль» (рис. 3.16).

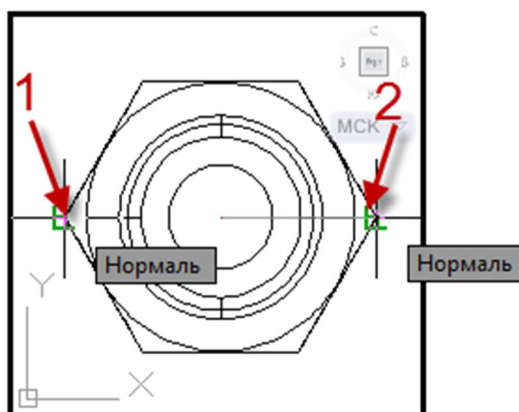


Рис.3.16. Построение разреза на главном виде

Сторона просмотра: Укажите любую точку ниже секущей плоскости.

Масштаб вида: <1>: **1** **[Enter]**


Центр вида: Укажите точку центра над видом сверху, максимально совместив изображение с видовым экраном **[Enter]**


Первый угол видового экрана: Укажите верхний угол.

Противоположный угол видового экрана: Укажите нижний угол.


Имя вида: Введите с клавиатуры имя **Размер** **[Enter] [Enter]**

Выравнивание


 Если не получилось точно совместить видовые экраны или нарушилась проекционная связь, можно отредактировать положение изображений в пространстве модели каждого видового окна в режиме понарамирования (нажав колесо мыши).

 Либо воспользуемся командой **MVSETUP**:

 Введите с клавиатуры в командной строке команду **MVSETUP**.

 Выберите из контекстного меню опцию **Выровнять**, затем **Горизонтально** (или **Вертикально**). Активируйте один из смежных экранов и с помощью объектной привязки задайте базовую точку. Активизируйте смежный экран и укажите точку, которая должна располагаться на одном уровне с базовой.

Штриховка

 Команда: **Т-РИСОВАНИЕ** на главной вкладке ленты, панель «**Моделирование**»

Выберите объекты: Укажите рамку видового экрана: «Разрез» [Enter]

☞ В результате выполнения этой команды программа выполнит штриховку по умолчанию на указанном видовом экране, созданную как сечение (рис. 3.17).

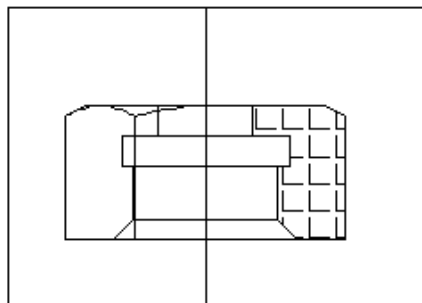
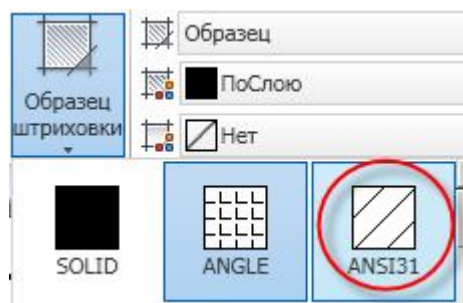


Рис. 3.17. Результат выполнения команды Т-РИСОВАНИЕ

🖥 Отредактируем штриховку в соответствии с требованиями ГОСТ (рис. 3.18).

🖥 Перейдите в пространство модели двойным щелчком мыши внутри видового экрана. Выделите штриховку. При этом откроется вкладка ленты «Редактор штриховки».

🖥 В качестве образца штриховки выберите штриховку типа ANSI31.



🖥 Уберем линии невидимого контура с построенных видов

🖥 Команда: **Т-РИСОВАНИЕ** на главной вкладке ленты, панель «Моделирование»

Выберите объекты: Укажите рамку видовых экранов: «Сверху» и «Главный» [Enter]

Откройте список слоев и «выключите» щелчком мыши лампочку в слоях «сверху НID» и «главный НID».

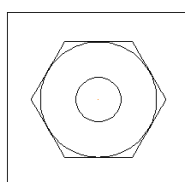
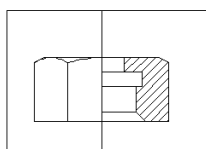
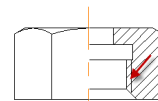
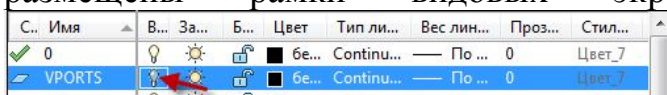



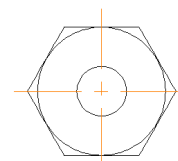
Рис. 3.18. Выровненные видовые экраны с отредактированной штриховкой и без линий внутреннего контура

- Сделайте текущим слой «0» и отключите видимость слоя, на котором размещены рамки видовых экранов (слой «VPOR TS»)



- При помощи команды «Отрезок»  постройте линию, обозначающую внутреннюю резьбу на разрезе.

- Установите текущим слой «Оси», и при помощи 3D объектной привязки и ручек, проведите осевые линии.



- Придадим толщину контурным линиям. Для этого в диалоговом окне Диспетчер свойств слоев для всех слоев с пометкой VIS (видимых слоев) установите вес линий, равный 1 мм (рис. 3.19).

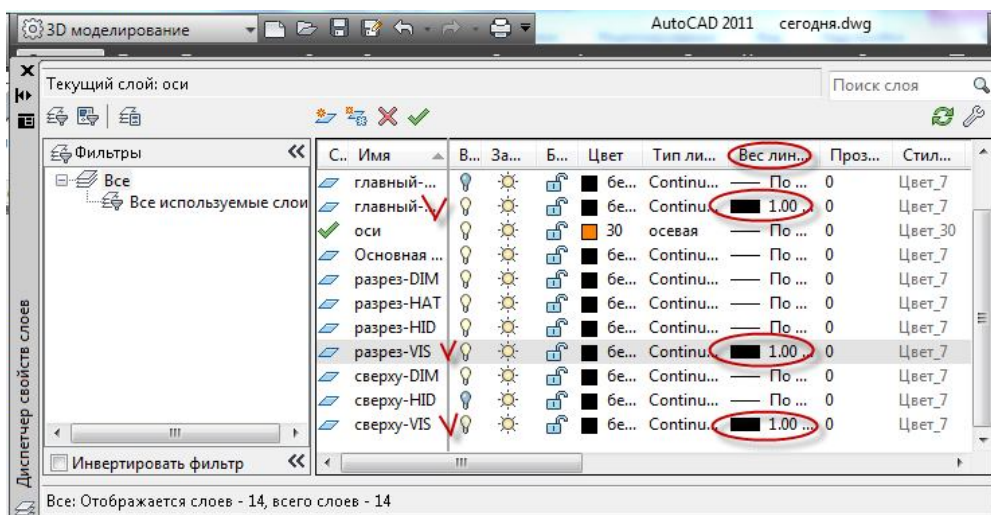
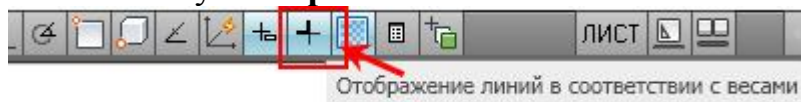


Рис. 3.19. Диалоговое окно Диспетчер свойств слоев

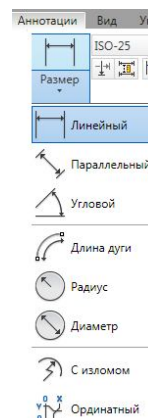
- Для того чтобы выполненные изменения стали нам видны, в строке состояния нажмите кнопку **Отображение линий в соответствии с весами**.



- Создайте новый слой «Размерный» (для нанесения размеров, цвет линии – зеленый, сделайте его текущим).

- Создайте свой размерный стиль, в соответствии с ГОСТом, нанесите размеры в пространстве ЛИСТА.

- Размерные команды в рабочем пространстве 3D-моделирования находятся на вкладке **Аннотации**, панель **Размеры** (рис.3.20).



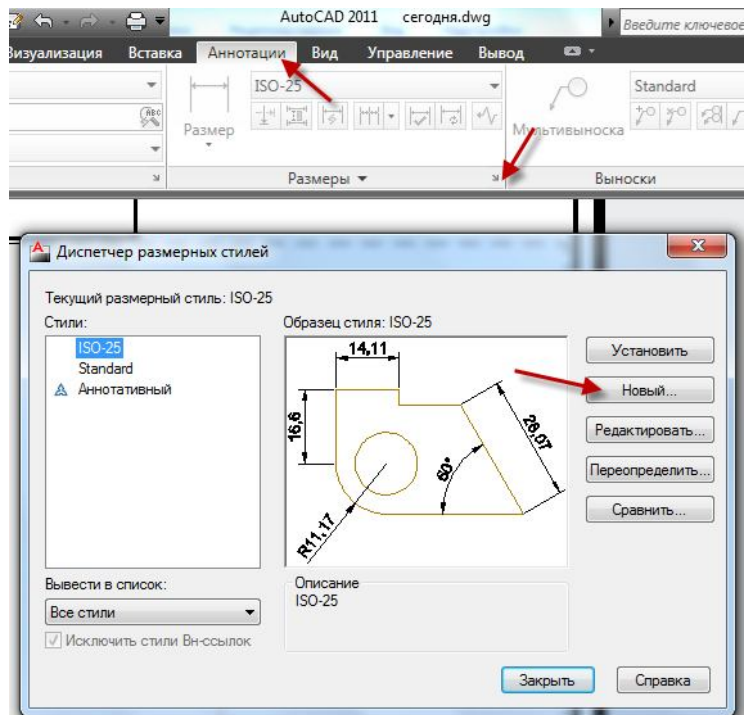


Рис. 3.20. Диалоговое окно Диспетчер размерных стилей

☞ Для вставки специальных значков диаметра и градуса в текстовой строке введите %%C – вставка символа диаметра, %%d- символ градуса.

- 📁 Перейдите на слой **Основная надпись**.
 - 📁 Заполните основную надпись и дополнительную графу основной надписи.
- Полученный рабочий чертеж гайки приведен на рис. 3.21.

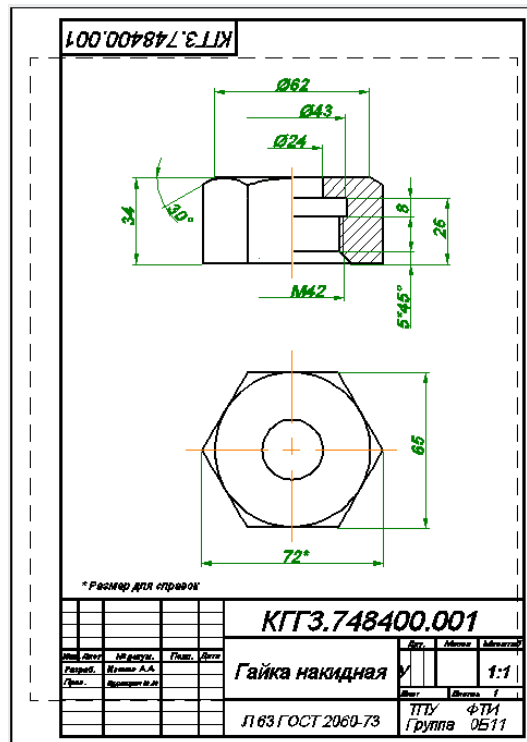





Рис. 3.21. Рабочий чертеж.

-  Для завершения работы с Автокадом необходимо сохранить свой чертеж и щелкнуть на кнопку  **Закреть** в правом верхнем углу экрана.
-  Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.