

Міністерство освіти і науки України

**Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до комплексу лабораторних робіт №1, 2
«РОБОТА В СИСТЕМІ Autodesk «INVENTOR»
з дисципліни „Інформаційні технології та САПР ДВЗ”**

**ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 142
«ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»**

Харків 2018

Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до комплексу лабораторних робіт №1, 2
«РОБОТА В СИСТЕМІ «Autodesk «INVENTOR»
з дисципліни „ Інформаційні технології та САПР ДВЗ ”

ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 6.05050304
«ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № _ від __.__.2018

Харків
НТУ „ХПІ”
2018

Методичні вказівки до комплексу лабораторних робіт №1, 2
«Робота в системі «Autodesk «INVENTOR» з дисципліни „Інформа-
ційні технології та САПР ДВЗ” для студентів спеціальності
6.05050304 «Двигуни внутрішнього згоряння»/ Укл. В.О. Пильов,
О.Ю. Лінков – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 36 с.

Укладачі: В.О. ПИЛЬОВ,
О.Ю. ЛІНКОВ,

Рецензент О.В. Триньов

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння

ВСТУП

Роботу сучасного інженера вже неможливо уявити без використання інформаційних технологій та сучасної обчислювальної техніки. Сучасне програмне забезпечення дозволяє охопити єдиною мережею усе підприємство. Кожен відділ має свій сегмент у загальній мережі та вносить свою частку у створення нових виробів, підготовку виробництва та ін.

Залежно від того, які завдання вирішує комп'ютерна система, вона може бути віднесена до одному із класів:

CAD (Computer-Aided design) – системи, що служать для розробки креслярсько-конструкторської документації. Вони дозволяють будувати як плоскі (двовимірні) креслення, так і об'ємні (тривимірні) геометричні моделі.

CAM (Computer-Aided manufacturing) – системи, що служать для розробки програм, що використовуються для керування технологічними процесами, наприклад обробкою деталей на верстатах-автоматах.

CAD/CAM – системи забезпечують одночасне рішення завдань конструкторського й технологічного проектування. Тут є комплексні засоби як для побудови й випуску креслень, так і для автоматизованого керування виробництвом.

CAE – системи вирішують завдання інженерного аналізу, а саме: розрахунки на міцність, теплові розрахунки, аналіз процесів лиття і т.і.

PDM – системи служать для організації електронного документообігу на підприємствах.

Серед сучасних програмних комплексів можна виділити зручну та таку що часто застосовується як у промисловості, так і в освіті CAD систему компанії Autodesk «INVENTOR». Її успішно використовують в машинобудуванні й приладобудуванні, архітектурі та будівництві, тобто скрізь, де необхідно розробляти й випускати креслярську документацію. Програма «INVENTOR» розроблена фірмою Autodesk, яка займає провідне місце серед розробників пакетів програм, що автоматизують конструкторську діяльність. Ця програма може взаємодіяти з іншими CAM, CAE та PDM системами цієї та інших фірм.

Програмне забезпечення компанії Autodesk можна вільно використовувати студентам та навчальним закладам для навчальних ці-

лей. Для цього слід зареєструватись на сайті компанії www.autodesk.com

Метою лабораторної роботи №1 є засвоєння теоретичних відомостей щодо роботи в системі Autodesk «INVENTOR» з виконання тривимірної моделі.

Метою лабораторної роботи №2 є засвоєння теоретичних відомостей щодо роботи в системі Autodesk «INVENTOR» з виконання двовимірного креслення.

Виконання робіт потребує завчасного вивчення таких питань теоретичної частини курсу:

1. Загальна будова САПР ДВЗ.
2. Методичне забезпечення САПР ДВЗ.
3. Технічне забезпечення автоматизованих систем.
4. Програмне забезпечення автоматизованих систем.

1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ТА ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, ЩО ВИРІШУЄТЬСЯ

Під час підготовки до виконання та під час виконання лабораторної роботи слід дотримуватись такого плану:

1. За вказівкою викладача вибрати варіант індивідуального завдання.
2. Усвідомити тему, мету, задачу та зміст індивідуального завдання, що стоять перед виконавцем.
3. Використовуючи теоретичні знання, набуті на лекційних та практичних заняттях, за допомогою даних методичних вказівок за допомогою програного забезпечення Autodesk «INVENTOR» виконати завдання лабораторної роботи.
4. Результати роботи узгодити із викладачем.
5. Зберегти виконану роботу у власному каталозі на файловому сервері за адресом \\Dvs-1\САПР\E-4x\ в робочій групі KAFDVS.
6. Вивести отримані результати на принтер.
7. За результатами лабораторної роботи студент повинен підготувати звіт, який містить:
 - назву лабораторної роботи;
 - мету лабораторної роботи;
 - задачу лабораторної роботи;
 - загальні відомості;
 - індивідуальне завдання;

- отримані результати (вклеєні до звіту роздруковані результати);
- архів файлів (наводиться ім'я файлу з кресленням, що зберігається на диску ЄОМ);
- висновки.

8. Захистити підготовлений звіт із лабораторної роботи у викладача.

2. РОБОТА З СИСТЕМОЮ «AUTODESK «INVENTOR»

2.1 Інтерфейс системи

Після запуску системи Autodesk «INVENTOR» відкривається вікно із пропозицією створити новий документ, проект або відкрити раніш створений документ (рис. 1). Слід відмітити що за замовчанням з початкового екрану буде створюватись новий документ в якому розміри вимірюються у дюймах. Для створення документа зі стандартними одиницями виміру – мм слід натиснути на піктограму створення нового документа на стрічці та обрати потрібний від документа. Вікно з варіантами нових документів приведені на рис. 2.

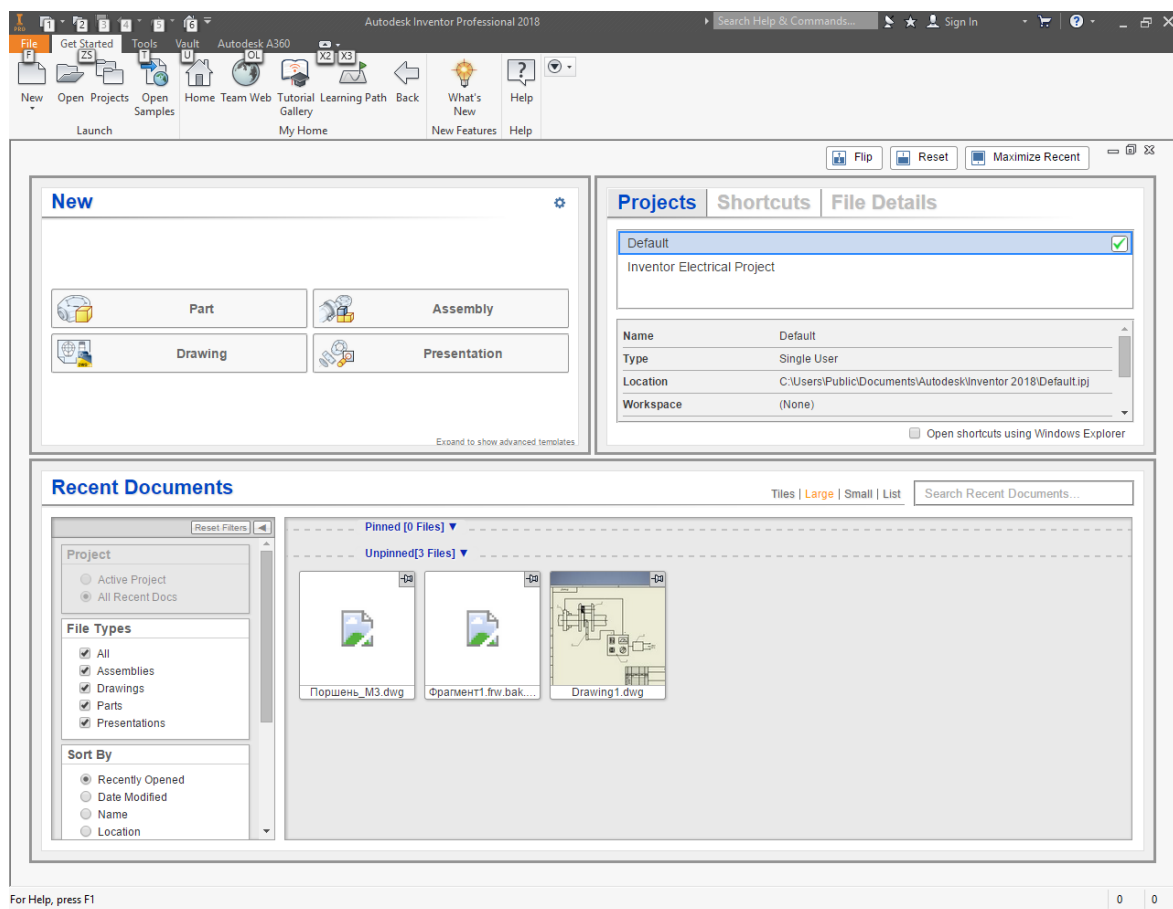


Рисунок 1 – Початкове вікно

Система Autodesk «INVENTOR» дозволяє створювати:

- двовимірні креслення (формат файлу *.dwg);
- тривимірні деталі (формат файлу *.ipt);
- складання з тривимірних деталей (формат файлу *.iam).
- презентації складань (формат файлу *.ipn);
- модель для 3D друку (формат файлу *.stl) – вкладинка *Environments*, елемент *3D Print*.

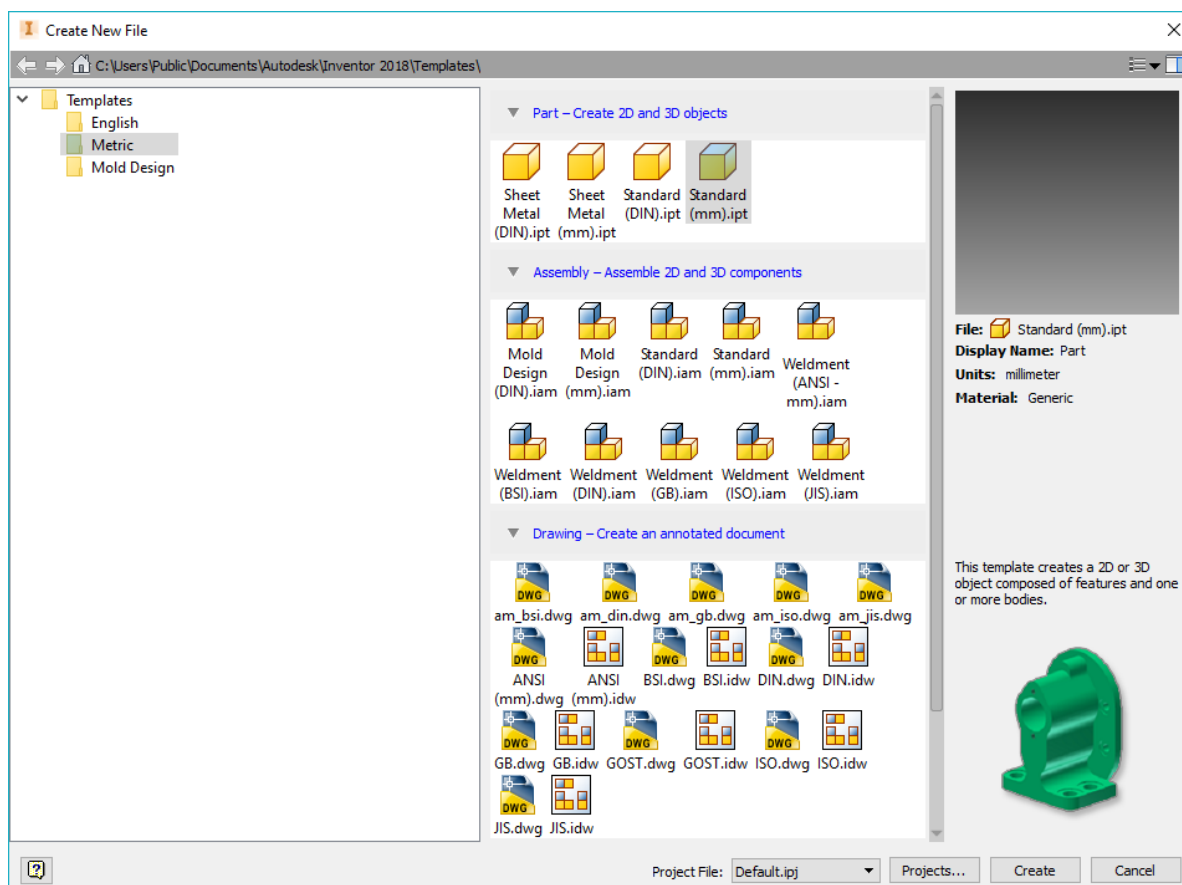


Рисунок 2 – Вікно діалогу створення нового документу

Вигляд головного вікна програми залежить від обраного типу документа, але у будь-якому разі складається із заголовка вікна, головного меню програми у вигляді стрічки на якій розташовані панелі інструментів, дерева моделі, панелі повідомлень, і головного робочого вікна програми.

Після того як конструктор отримав завдання, він починає роботу зі створення тривимірної деталі. Коли усі деталі конструкції виконано, з них виконують складання. Після узгодження, за потреби, виконують креслення деталей. Програма, за допомогою вбудованого мо-

дуля *Simulation*, дозволяє виконувати дослідження статичних навантажень у деталі.

2.2 Створення 3D моделі деталі

Для створення тривимірних деталей у меню вибору типу документа (рис. 2) необхідно вибрати пункт *Standard (mm).ipt*. Тоді головне вікно програми набуває вигляду, що показаний на рис. 3.

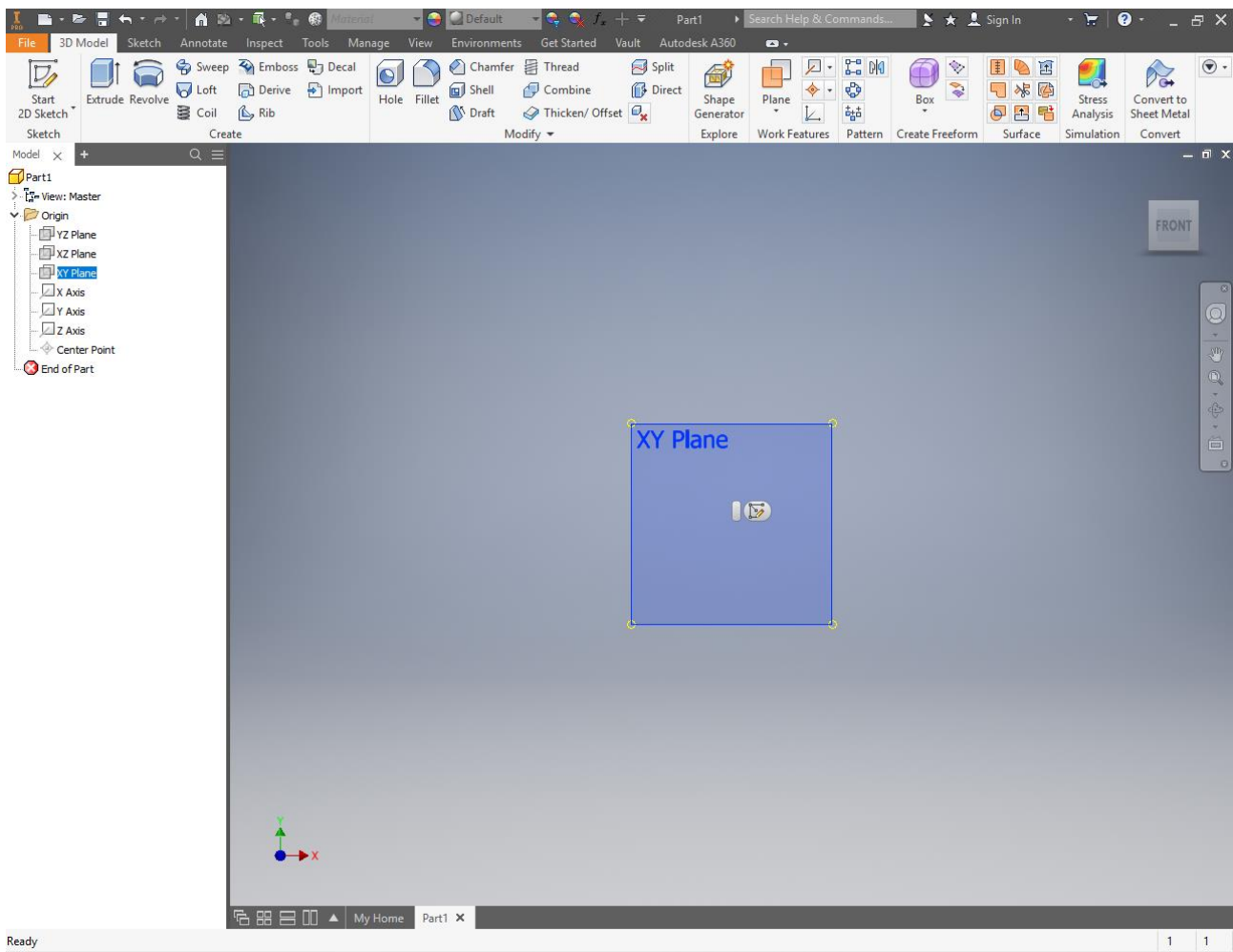


Рисунок 3 – Початок роботи з 3D моделлю

Створення деталі починається з побудови двовимірного ескізу базової проекції заготовки деталі (*дуже важливо вірно обрати базову проекцію та її положення відносно початку координат!*). Спочатку слід вибрати площину у якій буде створено базовий двовимірний ескіз. Це можна зробити розкривши вміст теки *Origin* у вікні дерева моделі або обравши необхідну площину після натискання піктограми *Start 2D Sketch* на стрічці. Після цього стає активною вкладка стрічки *Sketch* (рис. 4) на якій активуються функції побудови графічних при-

мітивів, і обрана площина стає перпендикулярна користувачеві, тоді на ній можна починати створювати ескіз, з якого надалі буде отримано тривимірну модель.

Слід зауважити, що ескіз повинен мати замкнену форму без внутрішніх елементів, усі отвори в заготовці слід виконувати окремо.

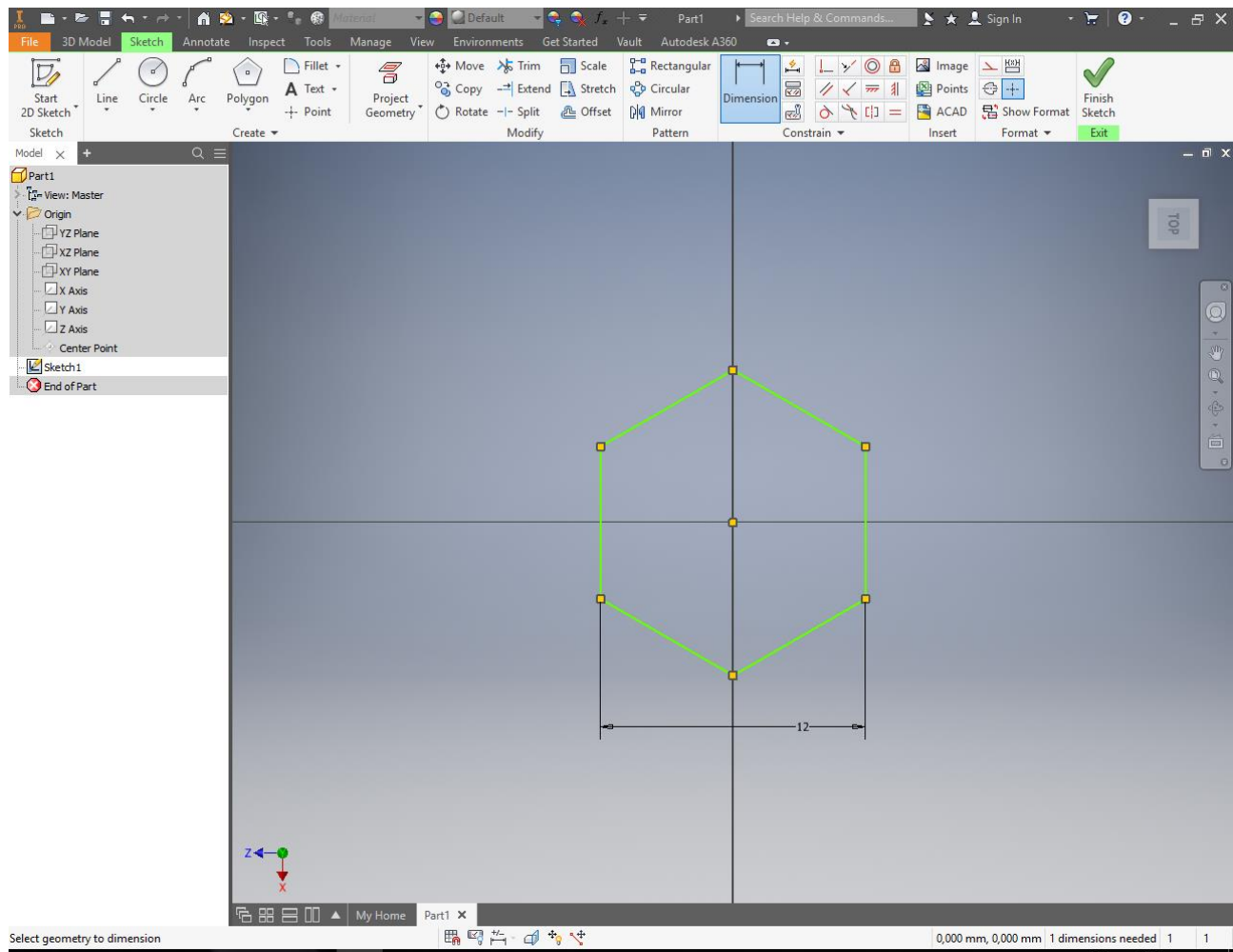


Рисунок 4 – Початок створення базового ескізу

На стрічці знаходяться базові графічні елементи, для доступу до інших типів елементів слід розкривати підменю яке знаходиться у нижній частині кнопки графічного елемента з невеликим чорним трикутником.

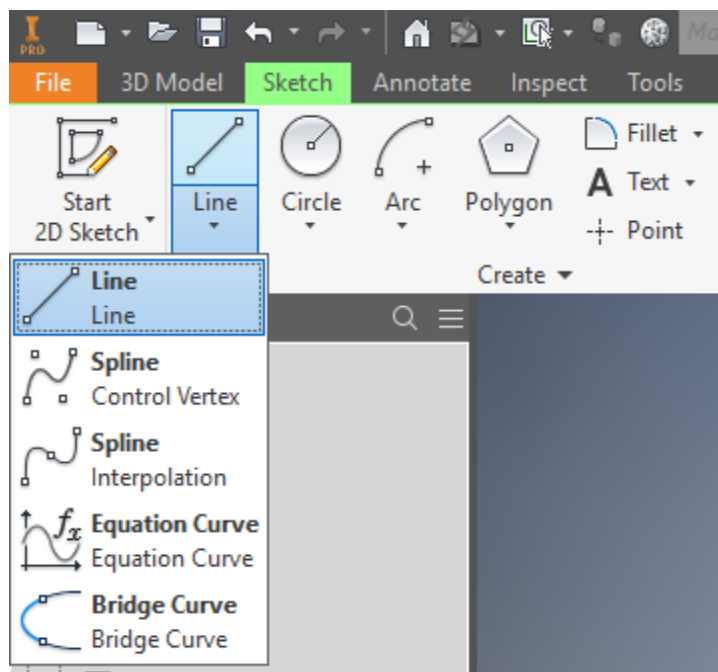


Рисунок 5 – Вигляд підменю графічного елемента

Розміри елементів ескізу слід вказувати при створенні елементу (для обрання потрібного розміру слід використовувати клавішу Tab). Також їх можна змінити після створення елемента за допомогою функції *Dimension* (рис. 4).

Побудувавши замкнений контур ескізу, необхідно завершити роботу з ескізом, скориставшись відповідною піктограмою на стрічці – *Finish Sketch* (рис. 4).

Після завершення роботи над ескізом робоче поле набуває тривимірний вигляд, і активуються функції тривимірного редагування деталі (рис. 3). Серед функцій доступні операція видавлювання (*Extrude*) – рис. 5, операція обертання (*Revolve*) та кінематичні операції.

Виконавши потрібну операцію, отримуємо тривимірну заготовку деталі.

Операція *Extrude* (рис. 5) дозволяє не тільки видавлювати ескіз додаючи новий об'єм (*Join*), а і вирізати об'єм (*Cut*) та створювати об'єм який належить двом фігурам (*Intersect*). Операції *Cut* та *Intersect* недоступні як перша операція з базовим ескізом.

На площині отриманої тривимірної деталі (або на одній з базових площин) є можливість створювати нові ескізи, для цього слід виділити потрібну площину, що дає змогу натиснути піктограму *Start 2D Sketch*.

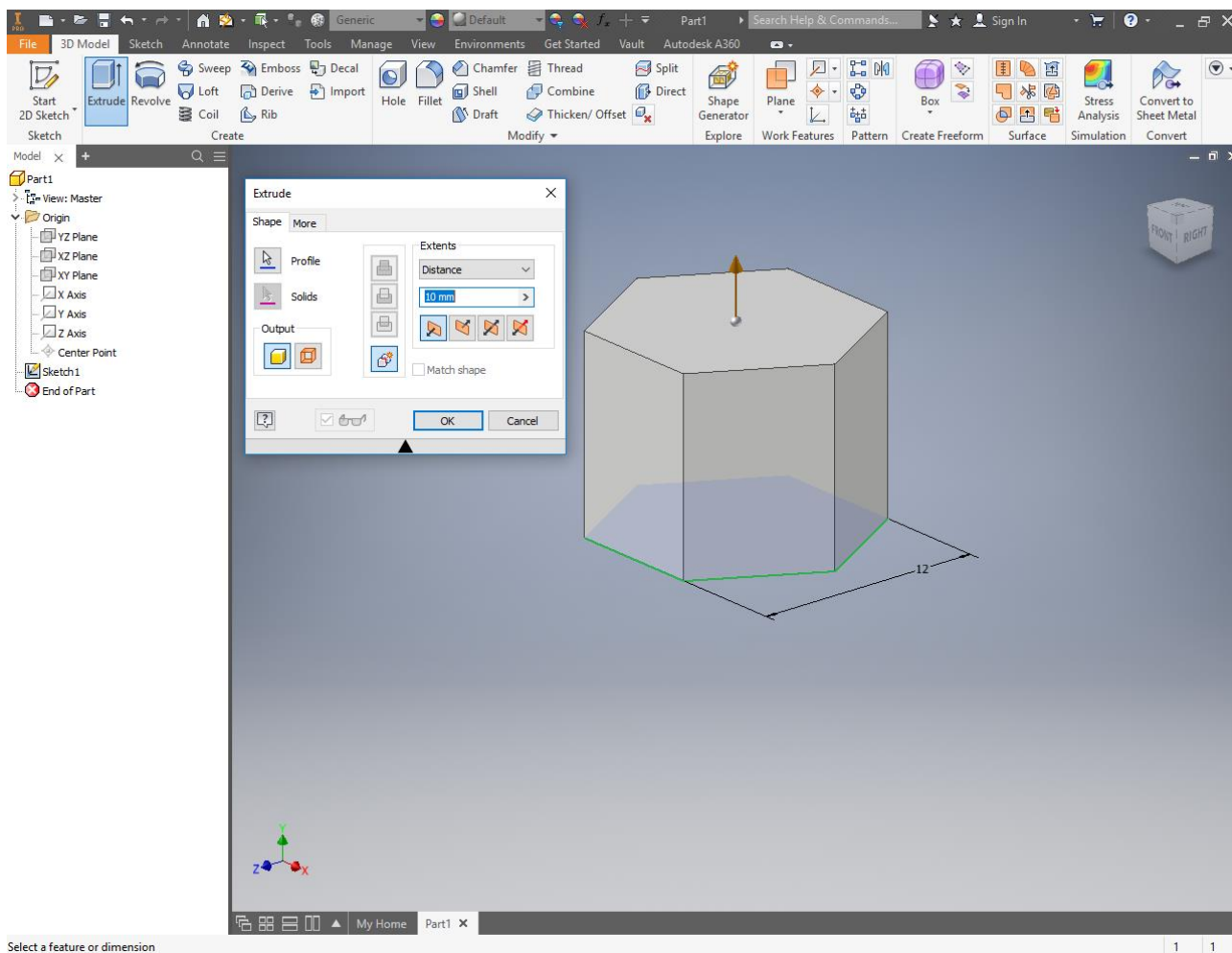


Рисунок 5 – Виконання операції видавлювання (*Extrude*)

У деяких випадках може з'явитись необхідність додати додаткову площину, вісь, точку або локальну систему координат – це можливо зробити у блоці *Work Features*.

Над отриманою заготовкою доступні операції тривимірного редагування: отвір, округлення, фаска, ухил, оболонка, різьба та інші (рис. 5, блок *Modify*). Є можливість копіювати елементи за шаблоном (рис. 5, блок *Pattern*).

2.3 Зразок створення тривимірної деталі

Перед початком створення нової деталі слід уявити її та визначитись з базовим ескізом та послідовністю створення моделі деталі.

Для створення тривимірної деталі за ескізом рис. 6, запустивши програму Autodesk «INVENTOR» обираємо тип нового документа *Part Standard(mm).ipt* (деталь, стандартна(мм)).

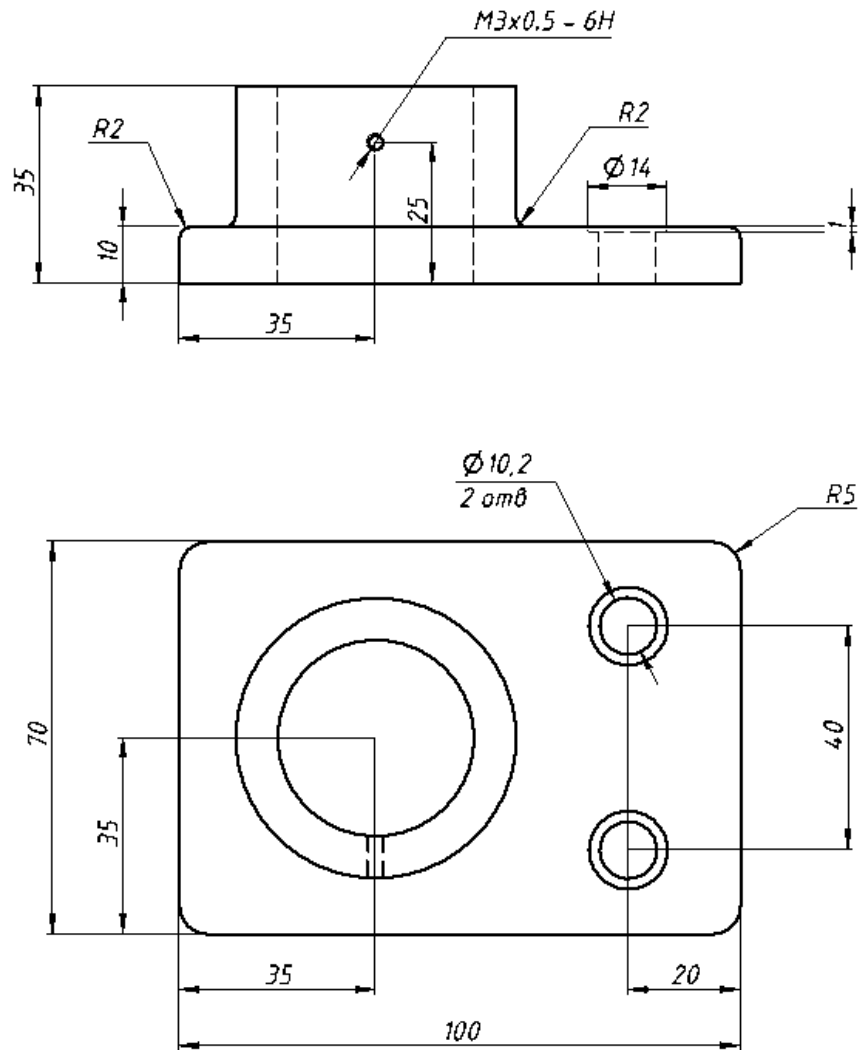


Рисунок 6 – Ескіз деталі

Хід створення деталі:

1. Натискаємо на піктограму *Start 2D Sketch* та обираємо площину $X-Y$ для побудови ескізу основи деталі (відчиняється вкладка *Sketch* та площа займає робоче вікно програми).
2. Рисуємо прямокутник за двома точками з координатами початкової точки $(0,0)$ та розмірами $(100,70)$ (Рис. 7).
3. Закінчуємо роботу над ескізом, натискаючи піктограму *Finish Sketch* (вікно програми набуде тривимірного вигляду та відчиняється вкладка *3D Model* стрічки).
4. Обравши операцію *Extrude* задаємо відстань, на яку слід виконувати операцію (15 мм) (Рис. 8). Отримуємо тримірну модель заготовку.

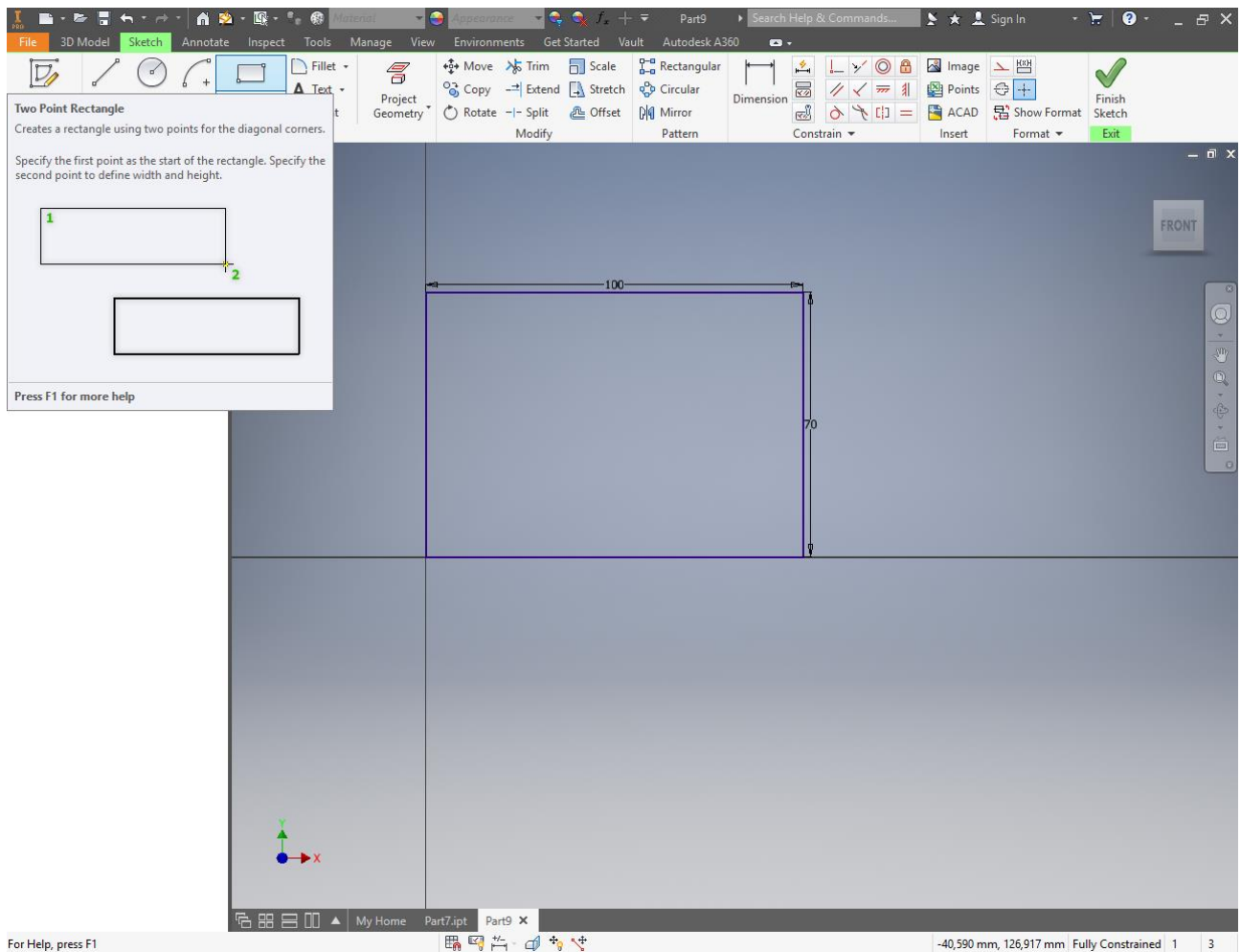


Рисунок 7 – Базовий ескіз моделі

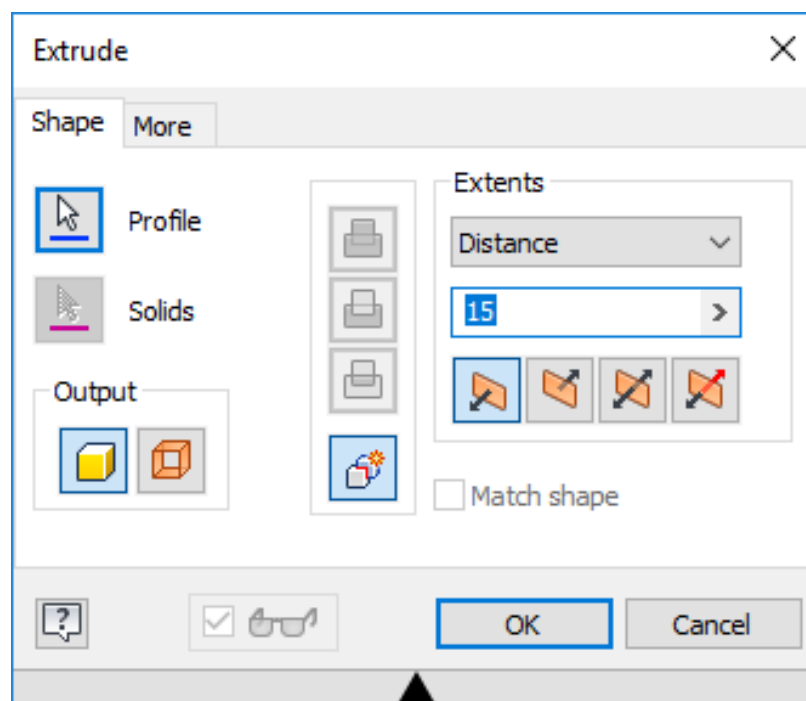


Рисунок 8 – Вікно параметрів операції *Extrude*

5. Виділивши верхню площину заготовки (вона виділяється кольором), включаємо створення ескізу.
6. Рисуємо коло з координатами центру у точці (35,35) та діаметром 50 мм.
7. Завершуємо роботу над ескізом.
8. Обираємо операцію *Extrude* та задаємо відстань, на яку слід виконувати операцію ($35 - 10 = 25$ мм).
9. Виділивши верхню площину циліндра (вона змінює колір), будуємо на ній ескіз кола з координатами центра у точці (35,35) та діаметром 35 мм.
10. Закінчивши роботу з ескізом обираємо операцію *Extrude* і у вікні налаштування вказуємо параметри: вирізати (*Cut*) та відстань (*Extents*), через усе (*All*).
11. Створюємо ескіз на відповідній поверхні у якому розташовуємо дві точки з координатами (80, 15) та (80, 55). Вони будуть слугувати центрами отворів.
12. Обираємо операцію створення отворів *Hole*. У вікні налаштувань вказуємо параметри відповідно до рис. 9.

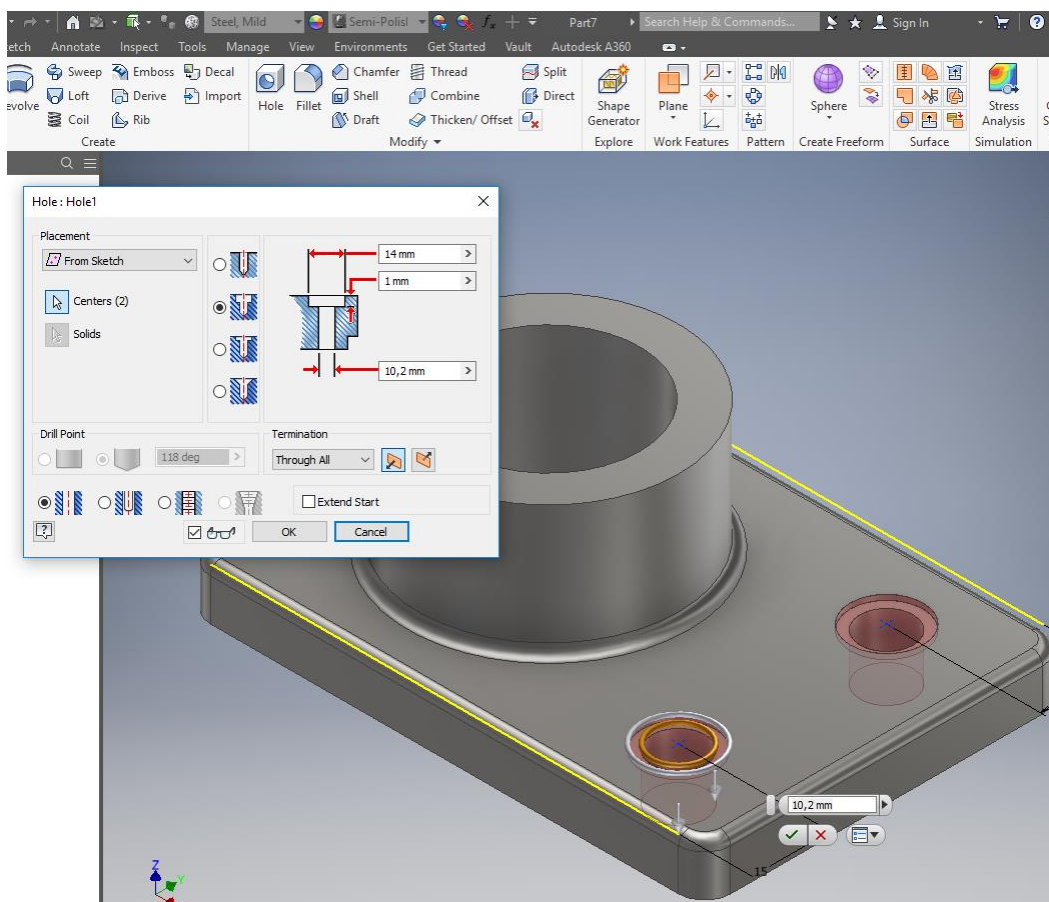


Рисунок 9 – Створення отворів

13. Обираємо на компактній панелі операцію округлення, задаємо радіуси (2 мм та 5 мм) у вікні параметрів операції, після чого слід вказати грані, для яких потрібно виконати операцію.

14. Створюємо ескіз на базовій площині X-Z. Рисуємо коло з координатами (-35,30) та діаметром 3 мм. Закінчуємо ескіз натиснувши *Finish Sketch*.

15. Виконуємо операцію *Extrude* встановивши параметри: вирізати (*Cut*) та відстань до (*To*), вказавши поверхню до якої слід створювати операцію (Рис. 10).

16. Обираємо операцію створення різьби (*Thread*) та вказуємо на поверхню щойно створеного отвору. При цьому параметри різьби встановлюються автоматично (є можливість їх змінити на вкладці *Specification* вікна параметрів (рис. 11)).

17. Вказуємо матеріал деталі, для чого викликавши контекстне меню на імені деталі у дереві побудови обираємо пункт *iProperties*, у якому обираємо вкладку *Physical* та обираємо необхідний матеріал зі списку (рис. 12).

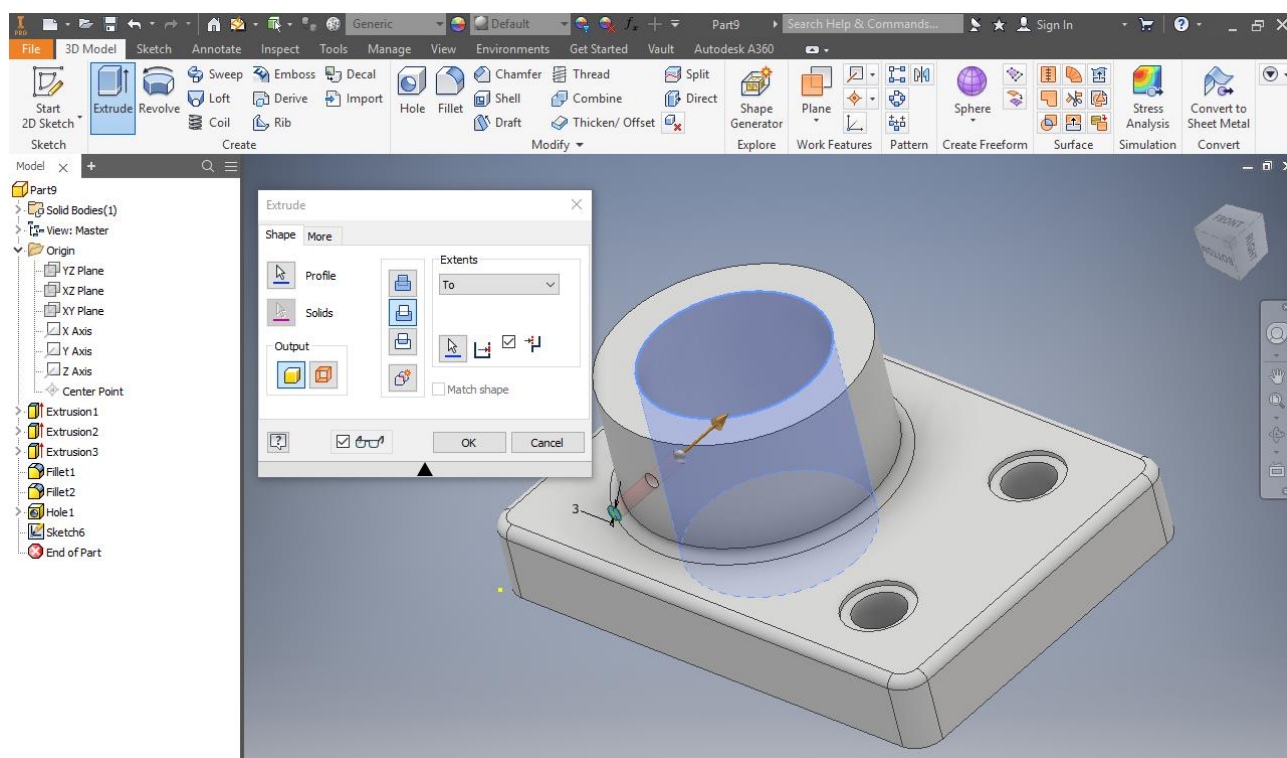


Рисунок 10 – Операція *Extrude* зі створенням вирізу до поверхні

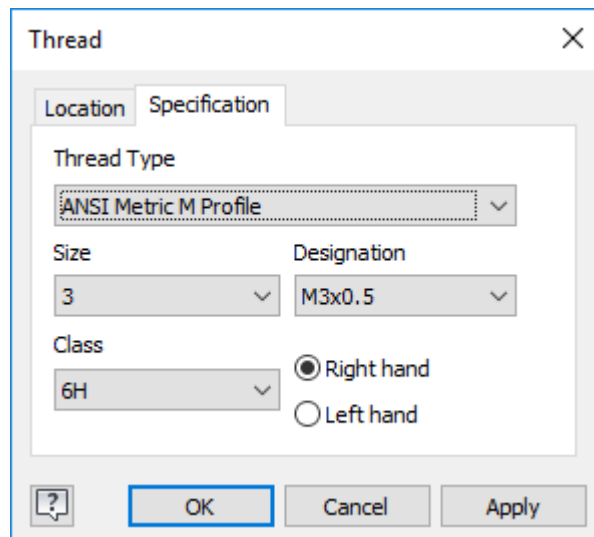


Рисунок 11 – Вікно параметрів операції створення різьб

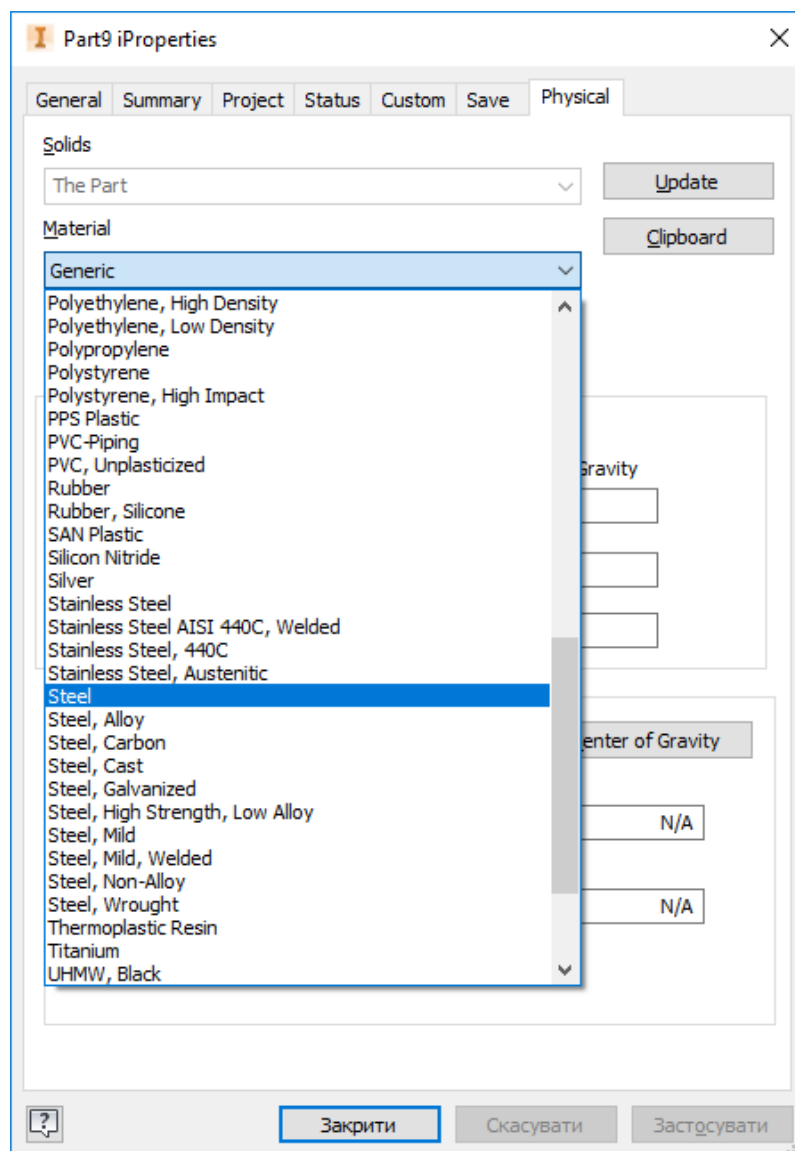


Рисунок 12 – Обрання матеріалу деталі

У результаті ми отримали тривимірну деталь (рис. 13) за заданим ескізом. Залишилось зберегти її у файл за допомогою головного меню або піктограми у заголовку вікна програми.

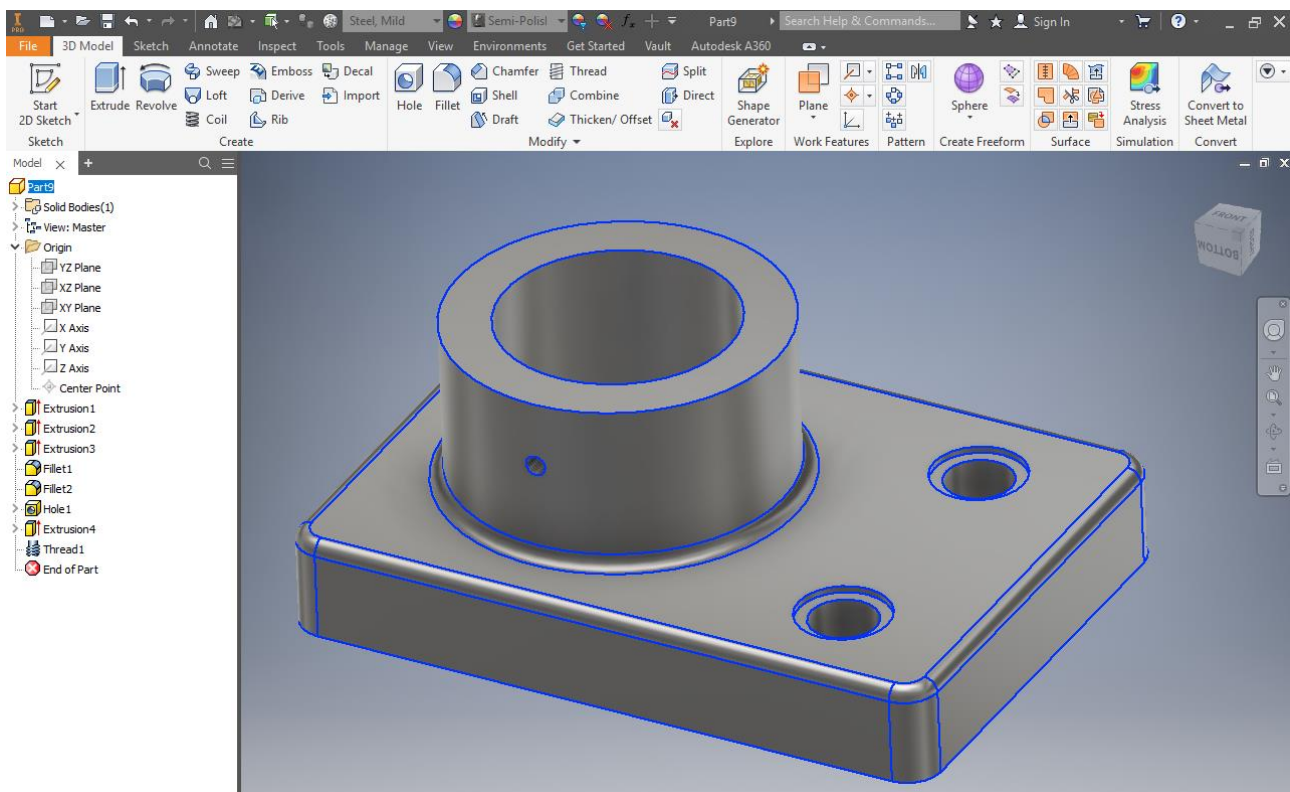


Рисунок 13 – Результат створення моделі деталі

2.4 Створення креслення

Програма Autodesk «INVENTOR» дозволяє створювати креслення деталей зі створених 3D моделей. Двовимірне креслення складається з формату листа, рамки, видів, основного напису, технічних вимог.

Основною графічною характеристикою листа є формат. При створенні нового креслення програма, за замовченням, створює креслення формату А3. Для зміни формату креслення слід у дереві побудови викликати на назві листа (*Sheet:1*) контекстне меню та обрати пункт *Edit Sheet*. Після цього відкриється вікно параметрів обраного листа (рис. 14) в якому можна обрати необхідний формат та положення штампу. Для зміни розміру рамки креслення слід видалити іс-

нуючу рамку (*GOST Border*) та обрати з теки *Borders*, яка знаходиться у теці *Drawing Resources*, необхідний формат рамки (рис. 15).

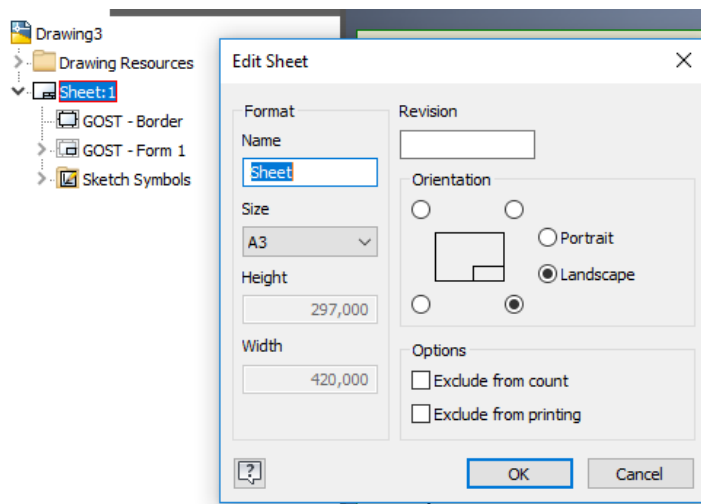


Рисунок 14 – Встановлення формату креслення

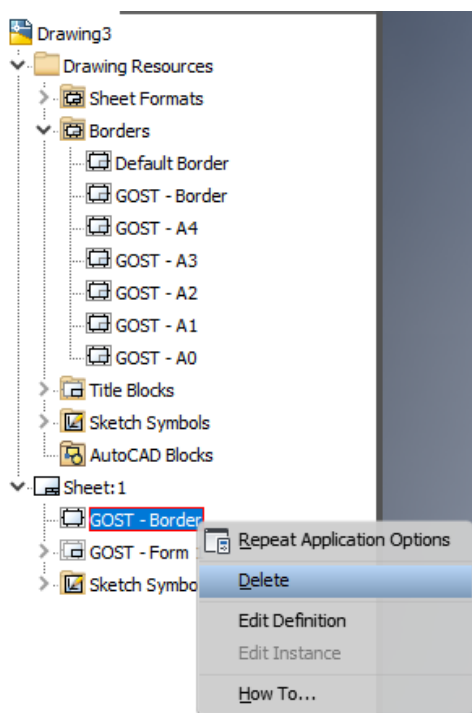


Рисунок 15 – Робота з рамкою креслення

Після встановлення формату креслення можна розпочинати компонування креслення. Для цього слід натиснути піктограму Base на стрічці. У вікні параметрів виду можна задати масштаб та обрати файл 3D моделі для якої створюється креслення. Далі на кресленні з'являється базовий вид моделі та можна встановити необхідні види

проекції. Розташування проекції на листі креслення здійснюється за допомогою маніпулятора миша (рис. 16).

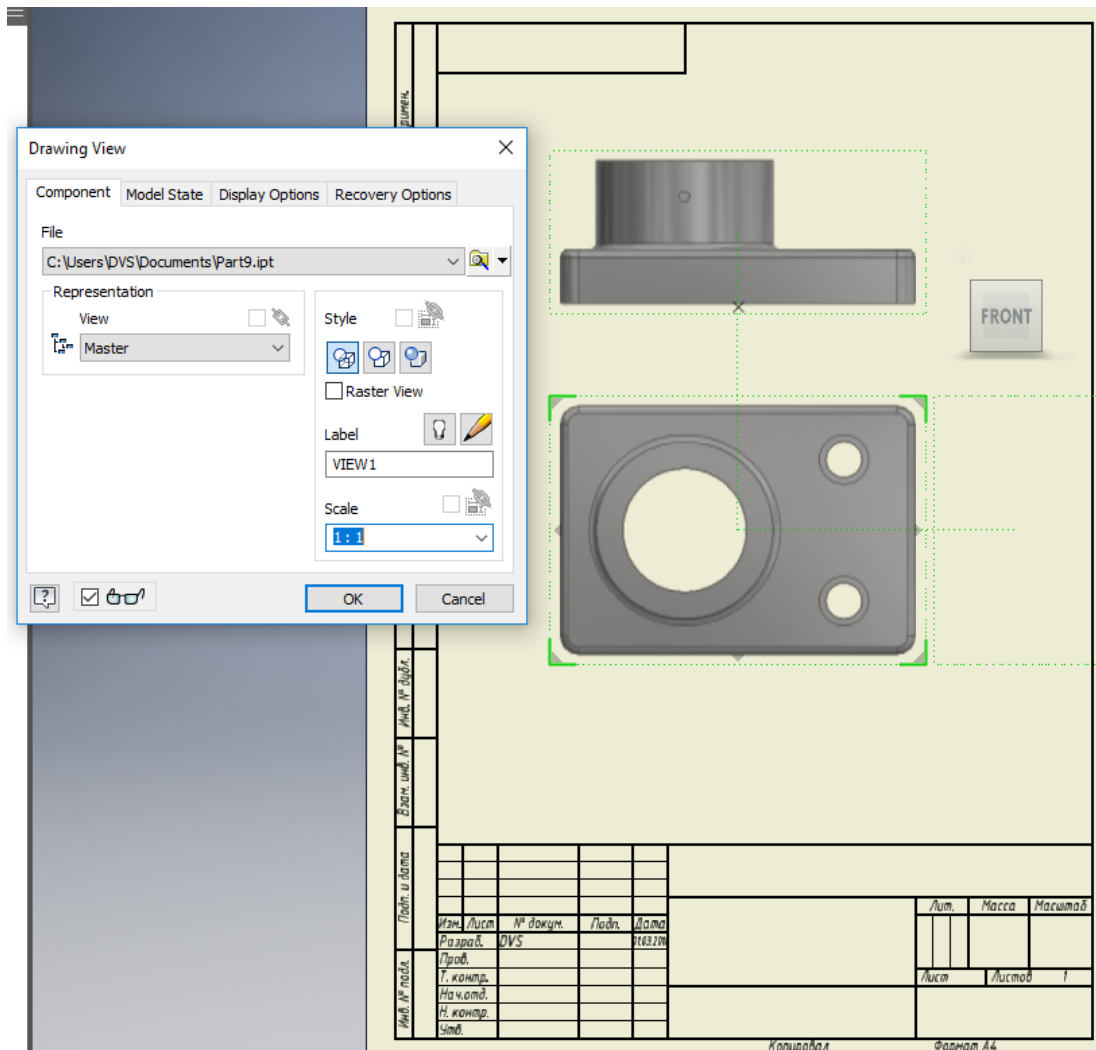


Рисунок 16 – Вставлення видів деталі до креслення

Отримавши зображення видів на кресленні слід встановити розміри та відповідні позначення. Для цього слід відкрити вкладку *Annotate*. Обравши піктограму Dimension слід мишкою вказувати між якими елементами креслення слід встановити розмір. Значення розмірів будуть відповідати розмірам деталі. Додавання необхідних знаків та надписів можна зробити у вікні редагування параметрів розміру (рис. 17), яке автоматично відкриється після встановлення розміру.

Заповнення штампу креслення відбувається через заповнення параметрів у властивостях креслення (iProperties). Вкладка Summary вміщує такі дані: назва (Title), розробник (Autor). Вкладка Project вміщує: номер креслення (Part number), ім'я особи яка проводить тех-контроль (Engineer), ім'я начальника відділу (Authority).

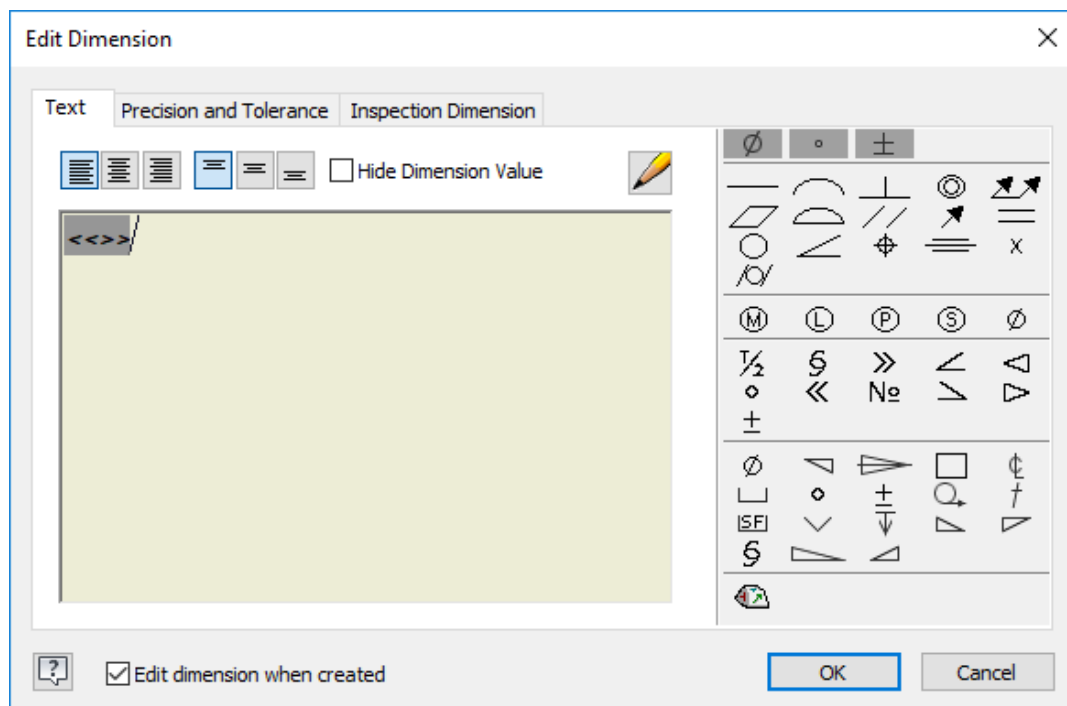


Рисунок 17 – Вікно редагування параметрів розміру

3. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №3

Створити тривимірну деталь за ескізом, наведеним у додатку згідно з варіантом, який вказує викладач, і порядком виконання робіт, поданим вище.

4. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №4

З тривимірної деталі, яка була розроблена у лабораторній роботі 3, зробити двомірне креслення згідно з порядком виконання робіт, поданим вище.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 томах / За ред. А.П. Марченка та А.Ф. Шеховцова. Т. 4. Основи САПР ДВЗ / В.О. Пильов, А.Ф. Шеховцов. – Х. : Прапор, 2004. – 336 с.
2. Коваленко, Б. Д. Інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посібник / Б. Д. Коваленко, Р. А. Ткачук, В. Г. Серпученко ; ред. Б. Д. Коваленко. – К. : Каравела, 2008. – 512 с.
3. Герасимов А. Самоучитель Компас-3D V12 / А. Герасимов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 464 с.
4. Большаков В. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex : учебный курс / В. Большаков, А. Бочков, А.Сергеев. – СПб. : Питер, 2010. – 336 с.

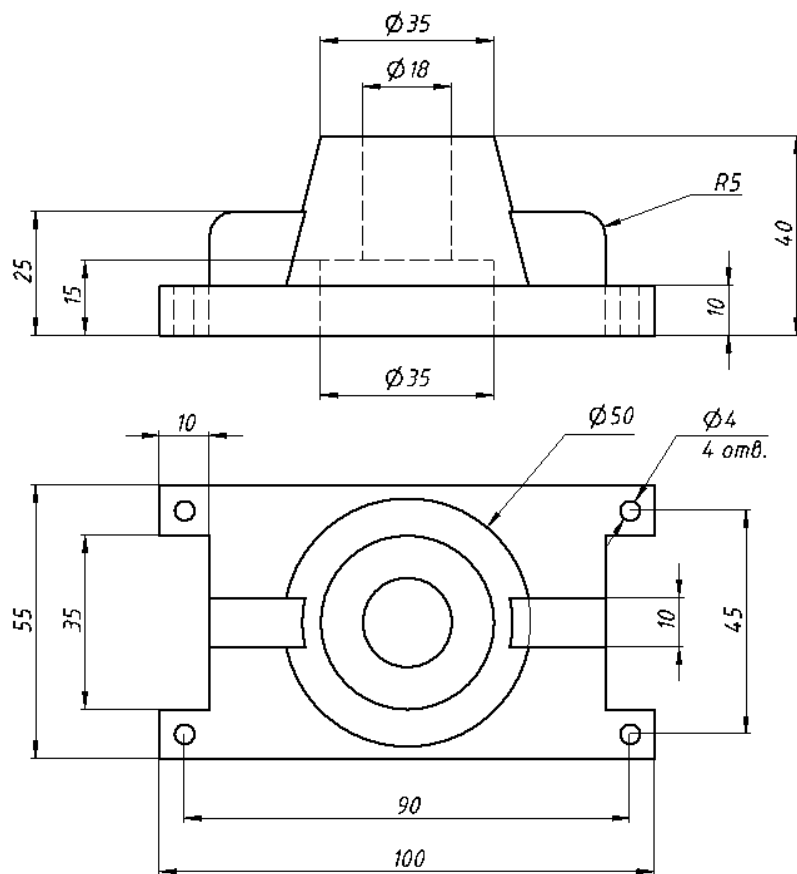
Зміст

ВСТУП	3
1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ТА ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, ЩО ВИРІШУЄТЬСЯ	4
2. РОБОТА З СИСТЕМОЮ «AUTODESK «INVENTOR».....	5
2.1 Інтерфейс системи	5
2.2 Створення 3D моделі деталі.....	7
2.3 Зразок створення тривимірної деталі	10
2.4 Створення креслення	16
3. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №3	19
4. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №4	19
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	20
ДОДАТОК 1	22

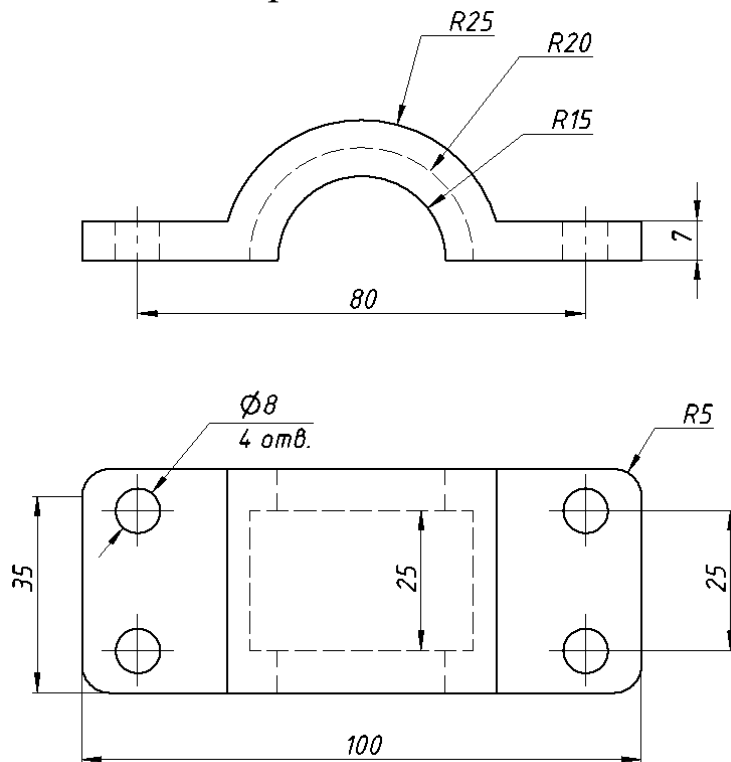
ДОДАТОК 1

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО ВИКОНАННЯ

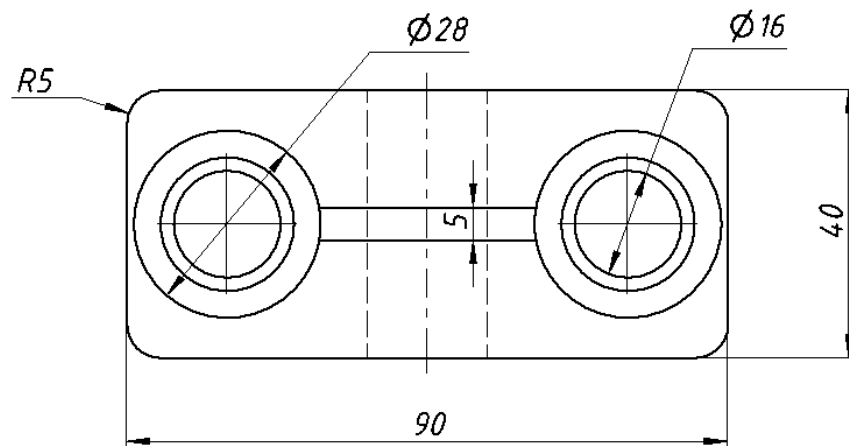
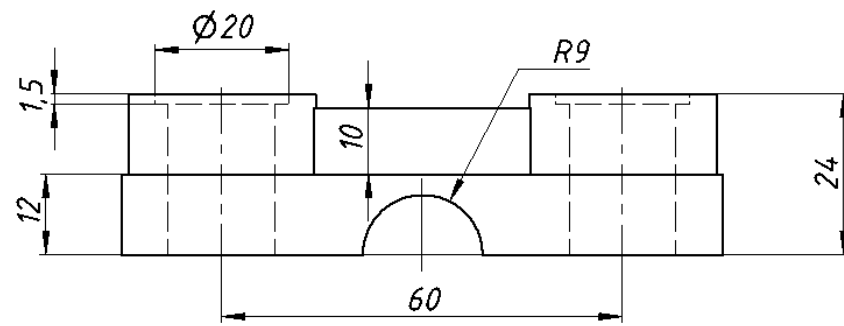
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ №3, 4



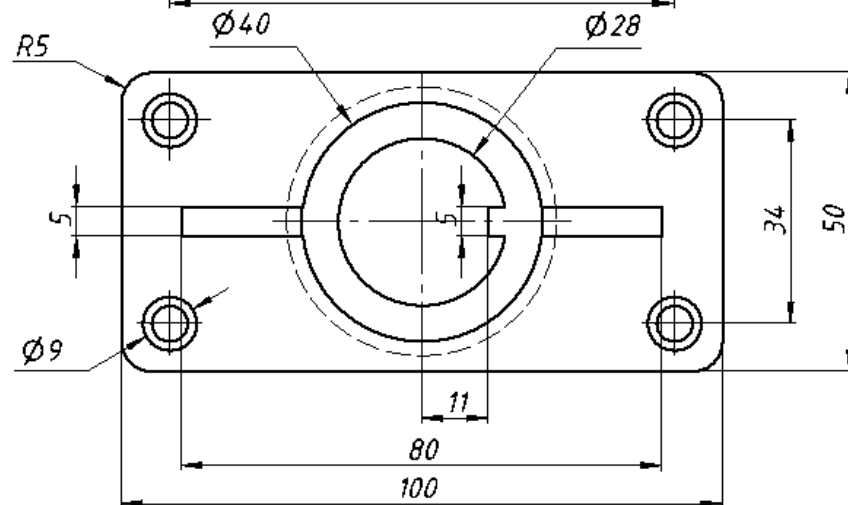
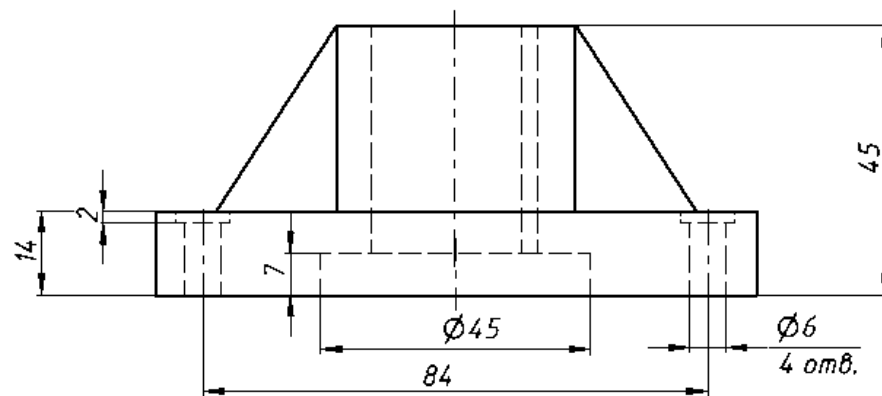
Варіант 1. Стояк



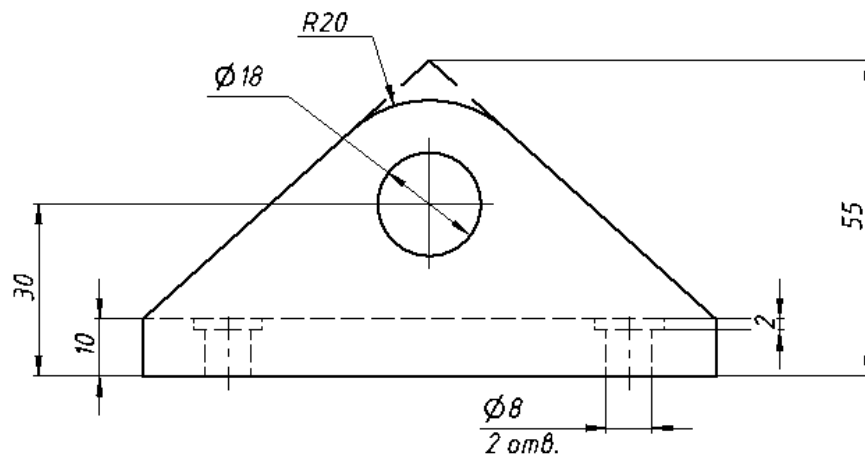
Варіант 2. Кришка



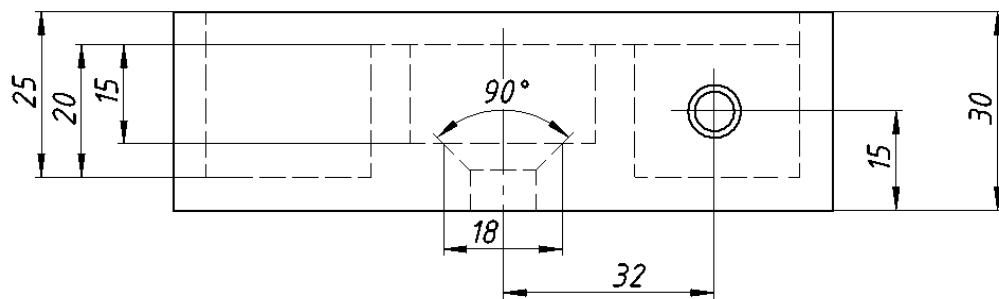
Варіант 3. Кришка



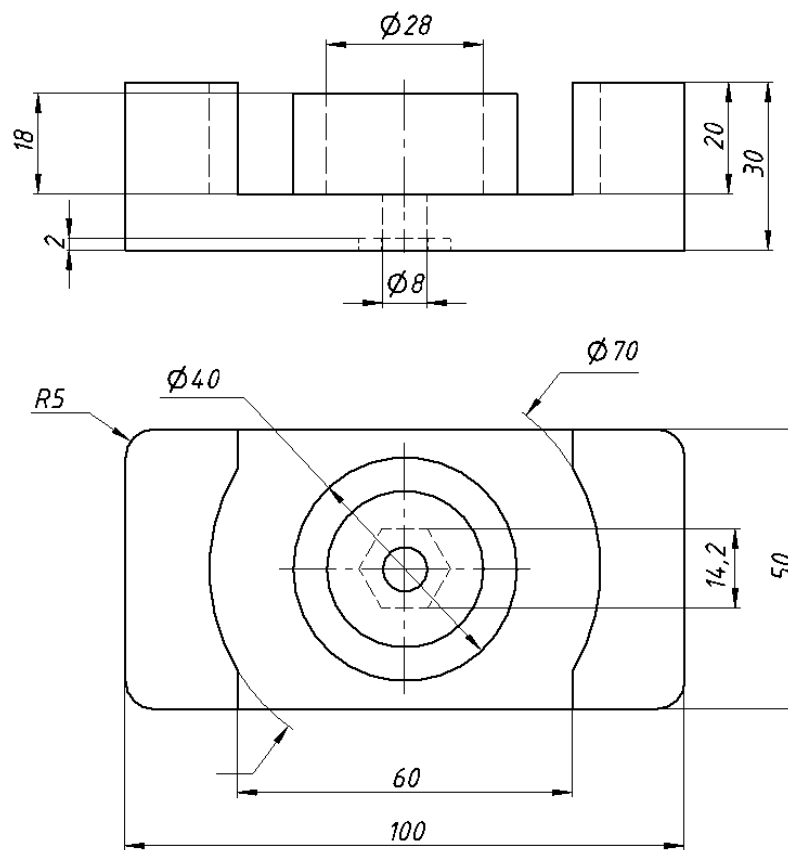
Варіант 4. Стояк



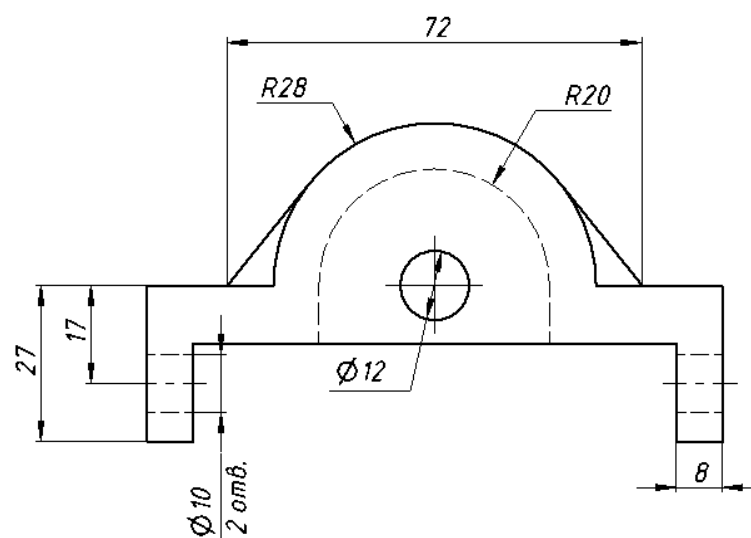
Варіант 5. Стояк



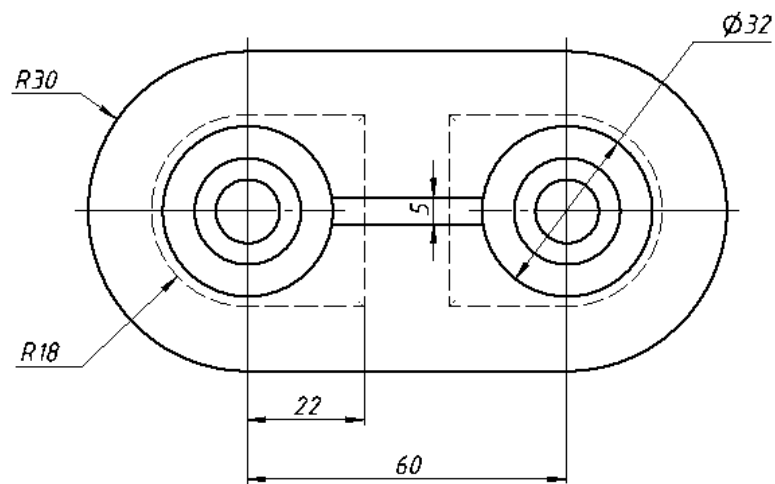
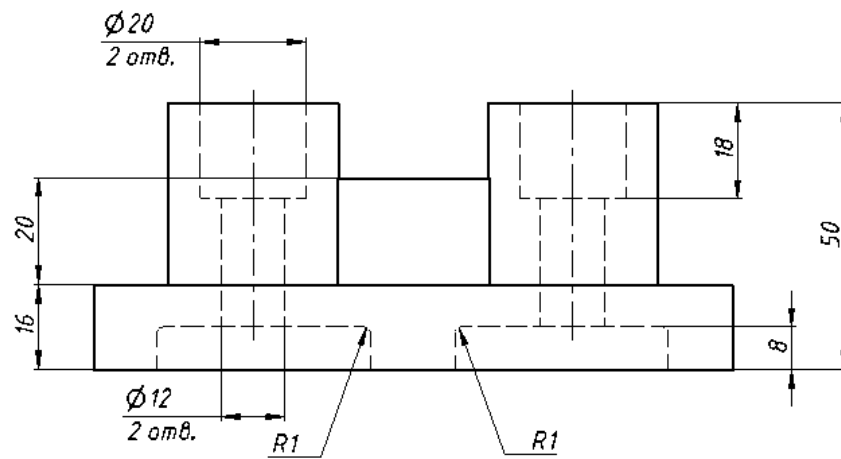
Варіант 6. Корпус



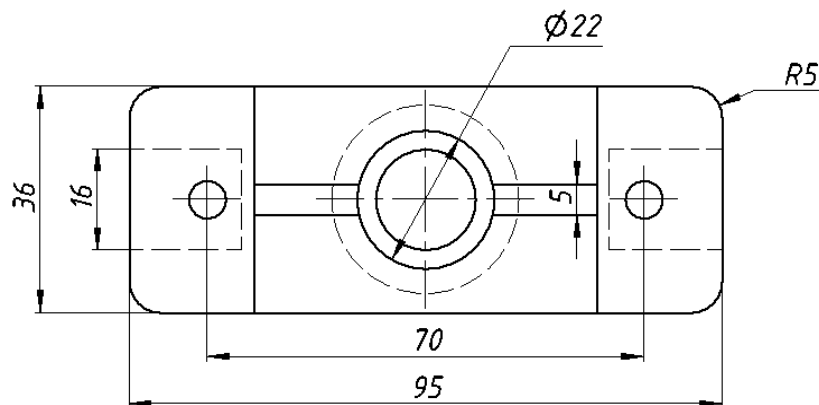
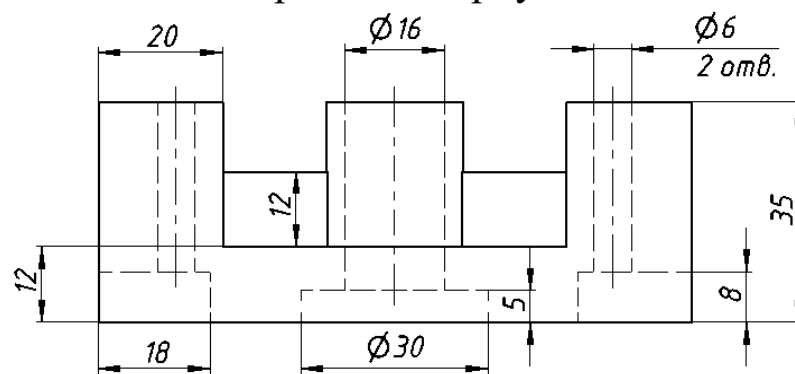
Варіант 7. Корпус



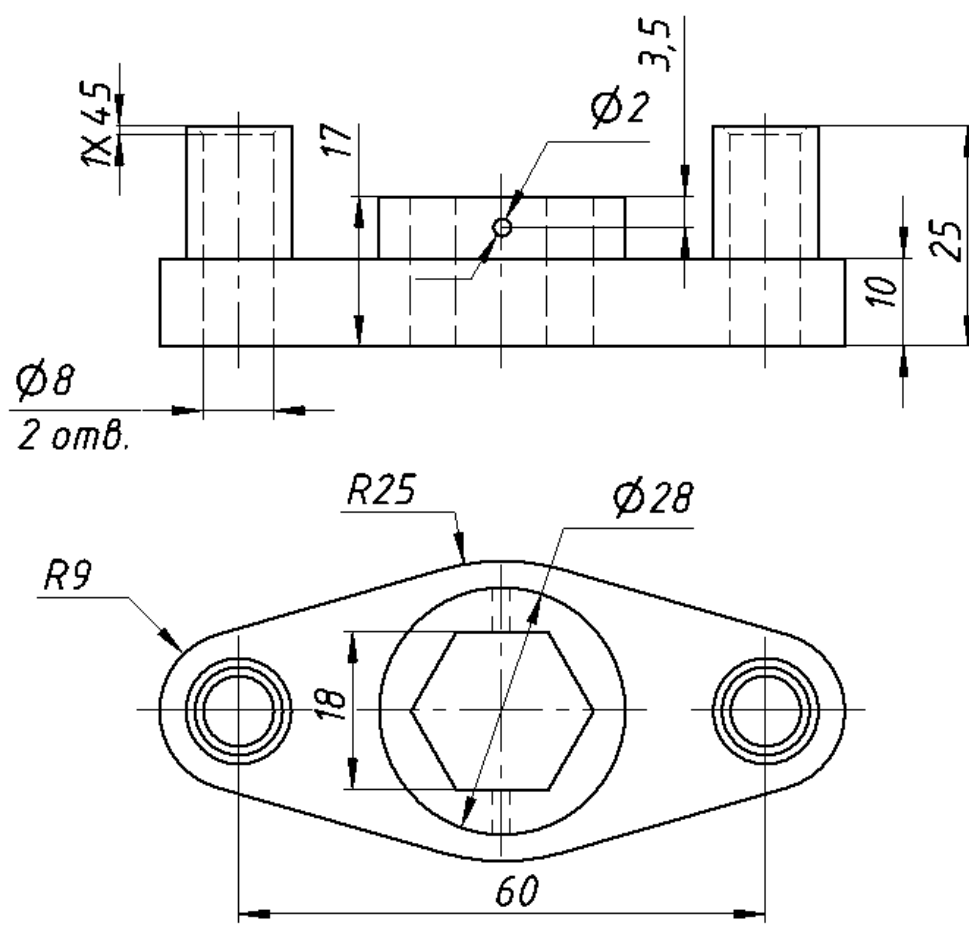
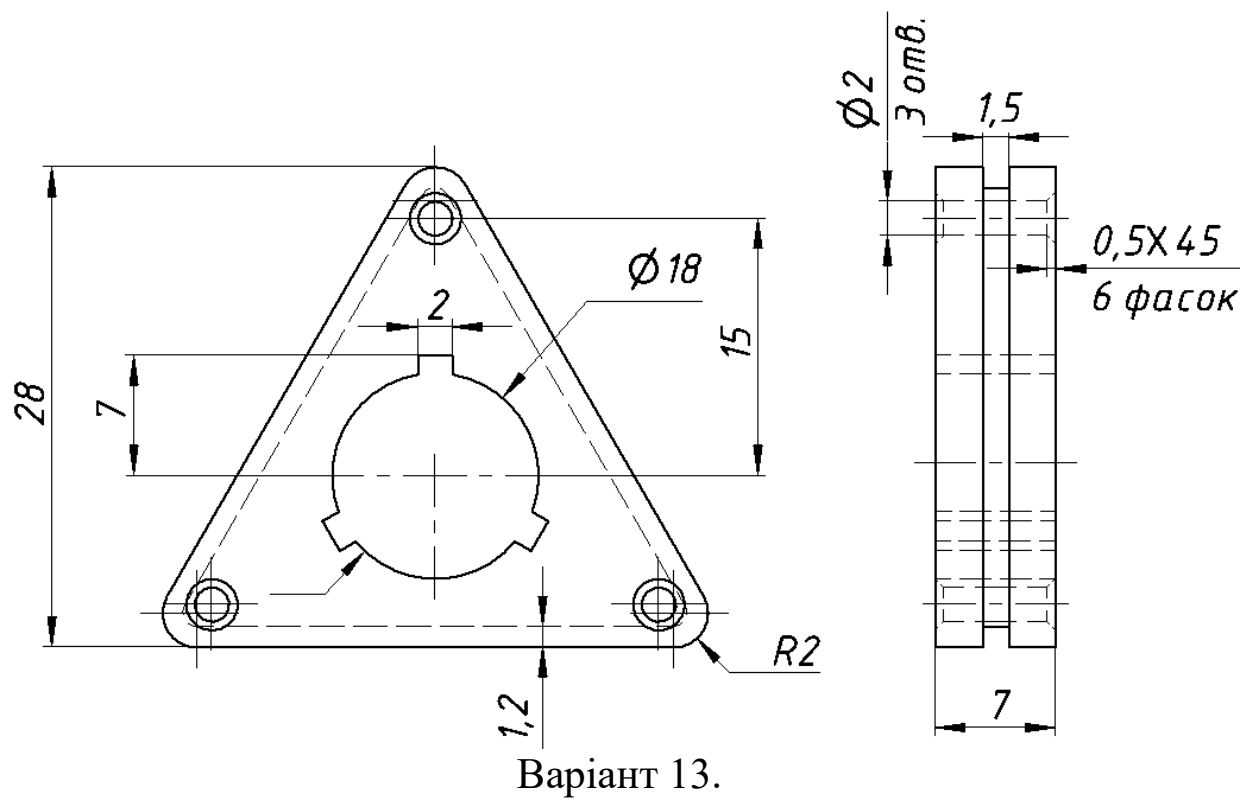
Варіант 8. Опора

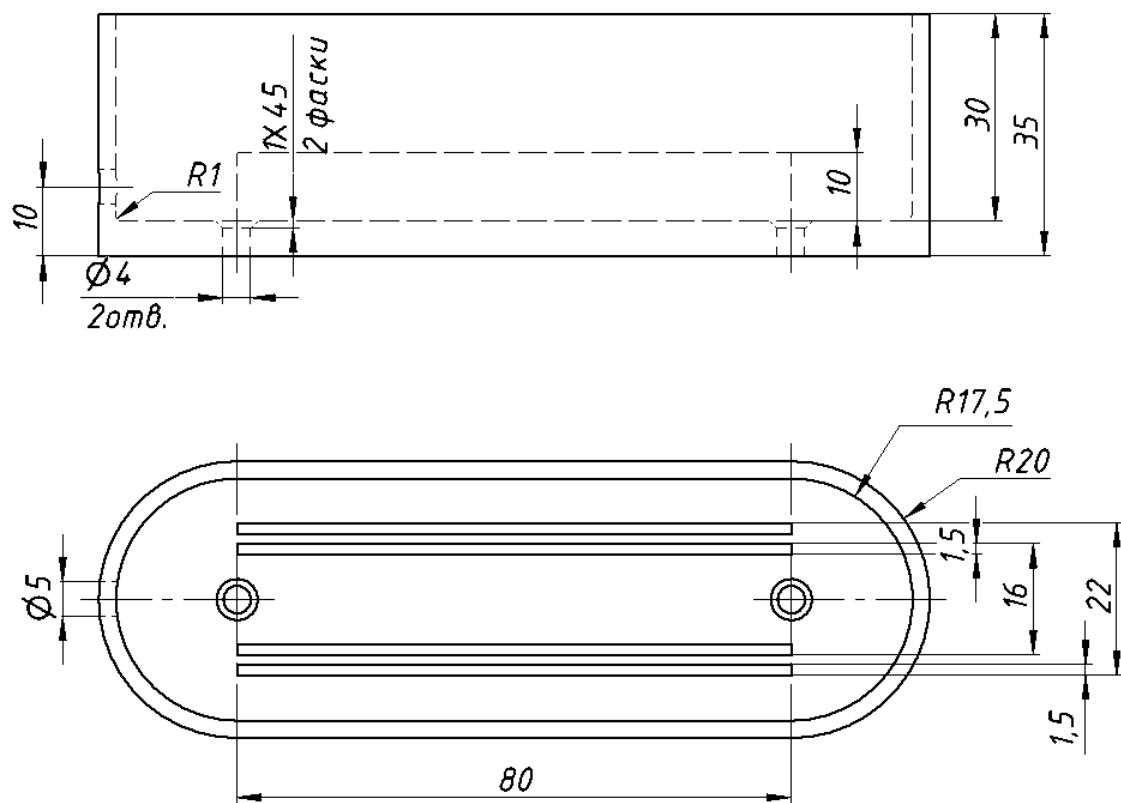
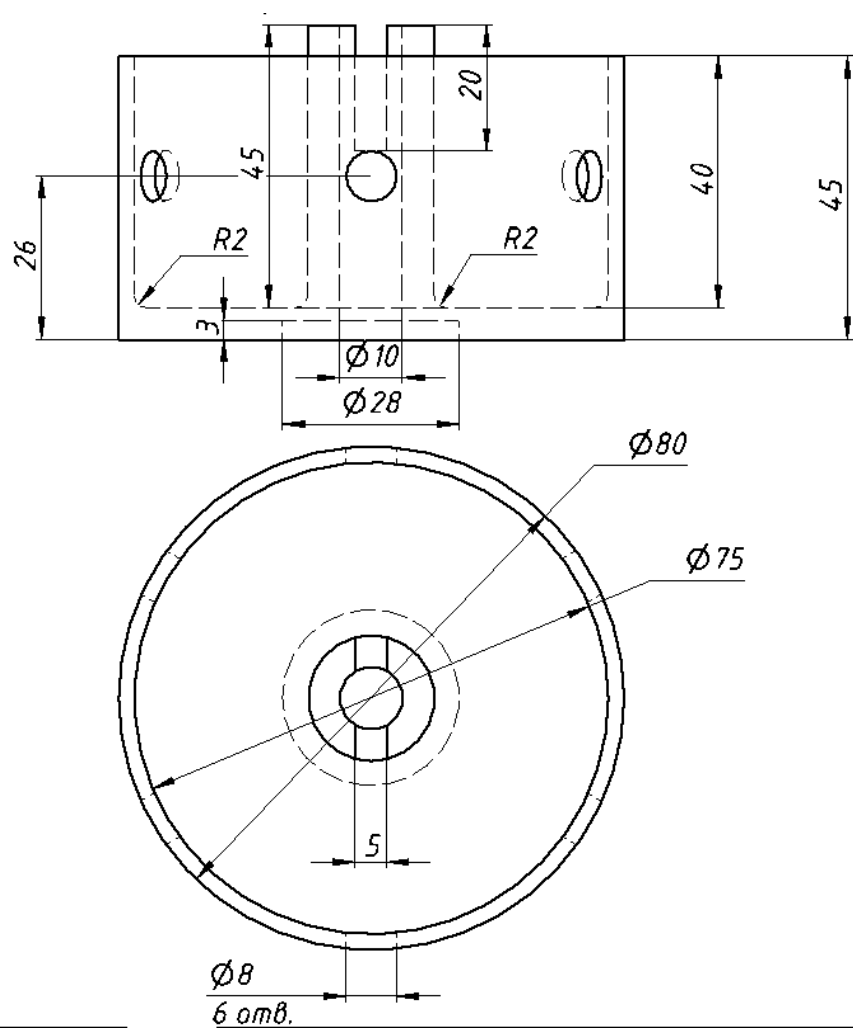


Варіант 9. Корпус



Варіант 10. Корпус





Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до комплексу лабораторних робіт №1, 2
„РОБОТА В СИСТЕМІ Autodesk «INVENTOR»”
з дисципліни „Інформаційні технології та САПР ДВЗ”
для студентів спеціалізації 142-2
«Двигуни внутрішнього згоряння»

Укладачі: ПИЛЬОВ Володимир Олександрович
ЛІНЬКОВ Олег Юрійович

Відповідальний за випуск:

Роботу до видання рекомендував

Редактор

План 2018 р., поз. .

Підписано до друку . Формат 60x84^{1/16}. Папір офсетний.

Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,0.

Обл.-вид. арк. 0,9. Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №3657 від 24.12.2009 р.

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХПІ».

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

