

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ**

СПЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

*Кафедра конструювання
верстатів, інструментів
та машин*

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №1**

З КУРСУ

ОСНОВИ САПР

Знайомство з САПР Autodesk Inventor 2017

та основи 3D проектування

Тернопіль – 2017

Методичні вказівки розроблені у відповідності з навчальними планами для спеціальностей:

131 – прикладна механіка, 133 – галузеве машинобудування, Методичні вказівки розробили:

к.т.н., доц. каф. ВІ А.В. Гагалюк

к.т.н., доц. Р.А. Складов

Рецензент: Скиба О.П. к.т.н., доц. кафедри будівельних конструкцій

Методичні вказівки розглянуті та затверджені на засіданні кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин.

Протокол № _____ від _____ 2017__ р.

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Протокол № _____ від _____ 2017__ р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: Ознайомлення з САПР Autodesk Inventor 2017 та основи проектування (4 акад. год.).

Мета: ознайомити студентів з САПР Autodesk Inventor 2017 та основами проектування.

План

1. Ознайомлення з САПР Autodesk Inventor 2017.
2. Процедура реєстрації на сайті компанії Autodesk.
3. Ознайомлення з інтерфейсом програми Autodesk Inventor 2017.
4. Створення параметричних ескізів, накладання геометричних та розмірних залежностей.

Теоретичні відомості

1. Ознайомлення з САПР Autodesk Inventor 2017

Autodesk Inventor Professional 2017 – це система параметричного проектування для створення цифрових прототипів виробів. Autodesk Inventor містить в собі інструменти професійного рівня для машинобудівного 3D проектування, візуалізації, випуску робочої документації та аналізу виробів. Цифровий прототип виробу це трьохвимірне зображення деталі, яке володіє фізичними властивостями, а саме: масою, густиною, моментом інерції, центром мас тощо.

Назва програми перекладається як «ВИНАХІДНИК», адже підтримує повний цикл втілення інженерної думки: від створення ескізів виробу до двовимірних креслень, фотореалістичної візуалізації та анімації.

2. Процедура реєстрації на сайті компанії Autodesk і встановлення програми.

Чи потрібно реєструватись? Це особиста справа кожного. Звичайно, користувач може завантажити й «ломану версію» з інтернету і на ній вчитися. Але в цьому більше немає потреби, тому що компанія Autodesk для студентів та викладачів з навчальною метою надає безоплатний доступ до усіх своїх програм терміном на 3 роки. В той же час «КОМЕРЦІЙНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАБОРОНЕНО». Слід зауважити, що користувач отримує повноцінну версію без обмежень функціоналу.

Компанія виробляє біля 100 програмних продуктів для багатьох галузей виробництва, серед яких є AUTOCAD, 3DS MAX, REVIT, MAYA, ALIAS AUTO STUDIO, FUSION 360 тощо. Зареєстрований користувач зможе завантажити будь-яку програму й зайнятися самоосвітою. Термін ліцензії починається з дати встановлення програми на ПК. Попередньо необхідно створити e-mail на який прийде інформація про вашу ліцензію на Autodesk Inventor. Потрібно вписати своє ім'я як у закордонному паспорті або згідно правил транслітерації.

Найперше заходимо на офіційну сторінку компанії Autodesk за посиланням www.Autodesk.com (рис.1.) і шукаємо напис англійською мовою SIGN IN, що означає УВІЙТИ. У вас відкриється випадаюче меню, яке містить 3 написи: Autodesk Account (includes all Subscription), A360 і Education Community.

Autodesk Account (includes all Subscription) – це ваш обліковий запис, який включає всі підписки і який дає доступ до вашого електронного кабінету. В кабінеті міститимуться ваші особисті дані та інформація про завантажені програми та їх ліцензії.

Підписка – це одна із багатьох політик компанії, яка полягає в тому, що ви не купуєте одну програму для одного ПК за повну вартість (4700\$-6000\$), а лише право користування програмою терміном на 1 рік за значно меншою ціною (10% - 15% від вартості). З виходом кожної нової версії користувач отримує оновлення і постійно працює в актуальній версії. Вигода тут очевидна, адже за повну вартість однієї програми можна купити декілька для команди з 9 людей. Або на 3 на 3 роки.

A360 – хмарний сервіс для збереження даних. Забезпечує взаємодію більшості програм Autodesk. Зручно використовувати для команди розробників. Користувач постійно працює з одним документом, а не його різними копіями.

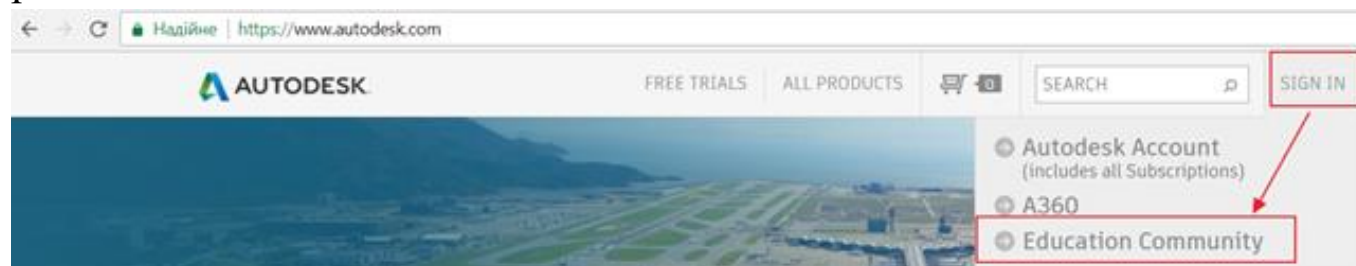


Рисунок 1. Вікно офіційного сайту компанії Autodesk

Для реєстрації користувач повинен натиснути на напис Education Community (Освітня спільнота) як на рис.1 і йти за підказками або подивитися відео за посиланням <https://youtu.be/kb9UI9IW-C0>.

3. Ознайомлення з інтерфейсом програми Autodesk Inventor 2017.

При першому запуску програми стрічка команд має вигляд (Рис.2). Робота починається або із створення нового файлу, або із створення проекту. Це обумовлено тим, що Autodesk Inventor розрахований на командну роботу, що дозволяє працювати над проектом одночасно декільком користувачам. Тому файли і папки повинні зберігатися в одному місці. Ідеологія асоціативного зв'язку між файлами в цифровому прототипі дозволяє легко проводити необхідні зміни в моделі, кресленні, збірці та розрахунках. Для Inventor таким місцем є ПРОЕКТ (Project). В папці проекту створюється файл проекту, який містить в собі інформацію про розташування всіх об'єктів, які були використані в процесі проектування. Кожен проект описується файлом із розширенням *.ipj скорочено від Inventor project.

Завдяки використанню проекту можна прискорити роботу над цифровим прототипом використовуючи налаштування бібліотек, додаткових користувацьких папок, за рахунок використання стилів та матеріалів.

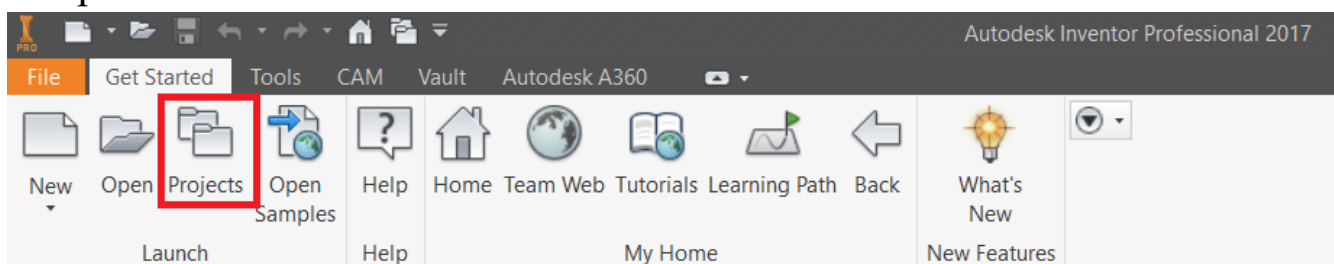


Рисунок 2. Стрічка команд

Для створення проекту необхідно вибрати кнопку Projects на стрічці команд (рис. 2.) або у меню File (Файл) → Manage (Керування) → Projects (Проекти), як показано на рис. 3. Незалежно від місця запуску проекту користувач побачить наступне вікно (рис.4)

Вікно Projects поділене на 2 частини. У верхній містить список проектів, а відмітка біля назви проекту показує, який проект в даний час активний. Для вибору проекту зі списку необхідно по ньому клацнути 2

рази лівою кнопкою мишки. В нижній половині вікна розміщені характеристики проекту (місце розташування, кількість користувачів, бібліотеки тощо).

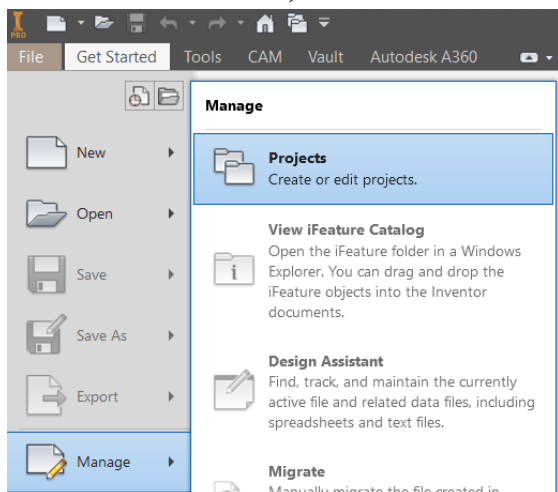


Рисунок 3. Вікно меню File стандартів (Рис.6,а) і (Рис.6,б).

Для створення нового проекту необхідно натиснути клавішу New (Рисунок 5, а), а для пошуку раніше створеного Browse. Якщо ж вибираємо із списку то достатньо натиснути Done.

Створити новий файл можна як і після створення проекту так і без нього. Для цього достатньо натиснути на значок New на стрічці команд (Рис.2.). Після цього відкриється вікно із шаблонами

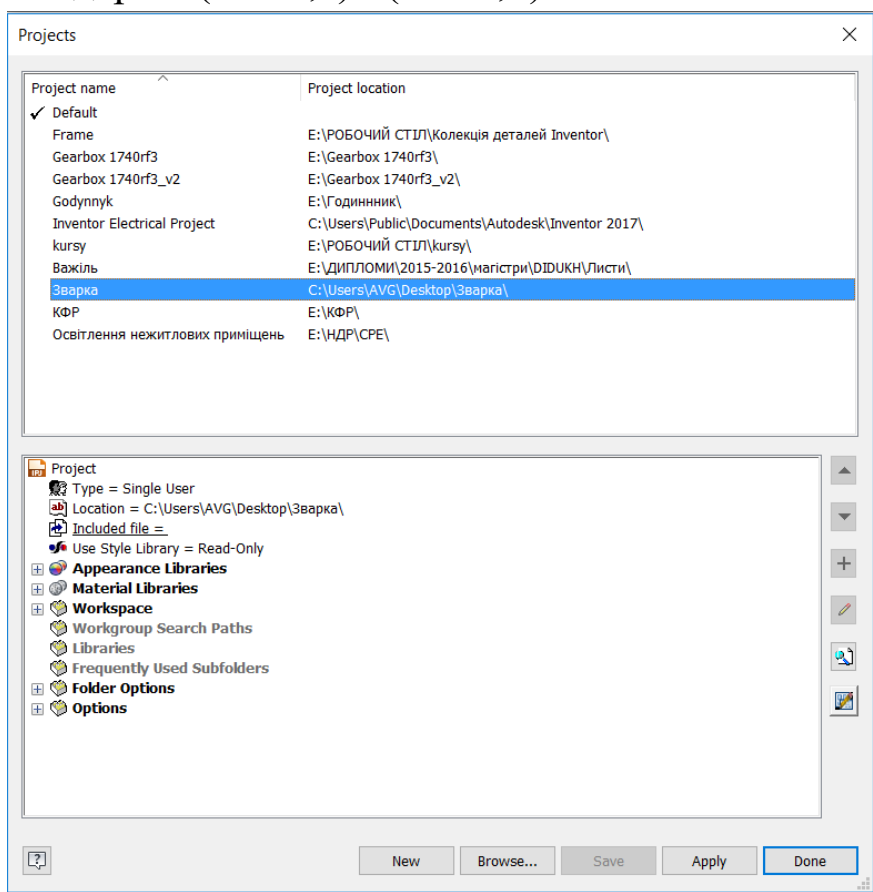
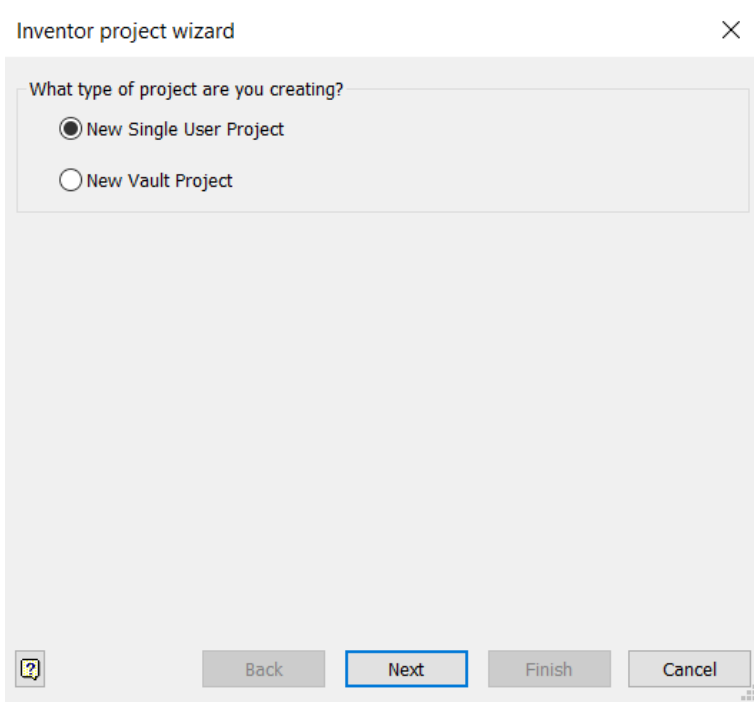


Рисунок 4. Вікно створення і вибору проектів використовуються, а саме:

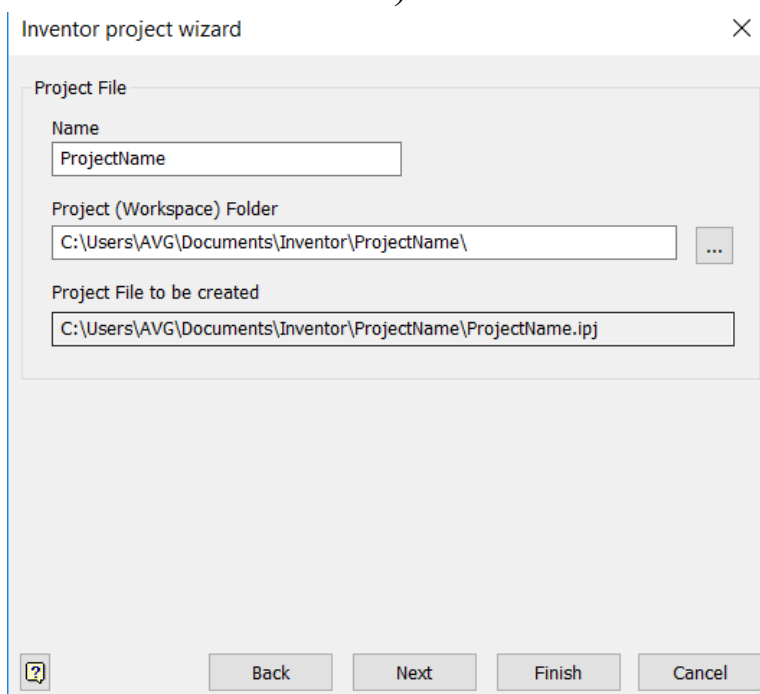
- шаблони з деталями (Part):
- Sheet metal – створення 3D-деталі виготовленого з листового матеріалу однакової товщини, який можна розгорнути;

Вікно поділене на 3 частини. В лівій частині міститься список шаблонів метричних одиниць (Metric) і британських (English). Британські одиниці активують шаблони в дюймах, а метричні в міліметрах. В середній частині відображаються шаблони в залежності від вибраних одиниць вимірювання, згідно призначення і стандартів країн, в яких

- Standard – створення 2D- або 3D деталей, які складені з одного або декількох тіл;



а)



б)

Рисунок 5. Вікна створення проекту а), назви та місця розташування проекту б)

деталей. Розширення *.dwg дозволяє відкривати креслення в Autodesk AutoCAD;

- шаблони збірок (Assembly):

- Mold Design – створення спеціальної 3D – збірки прес-форм для лиття під тиском однієї або декількох пластикових деталей;

- Standard – створення збірок конструкцій з точно припасованих деталей, які були створені в шаблонах деталей;

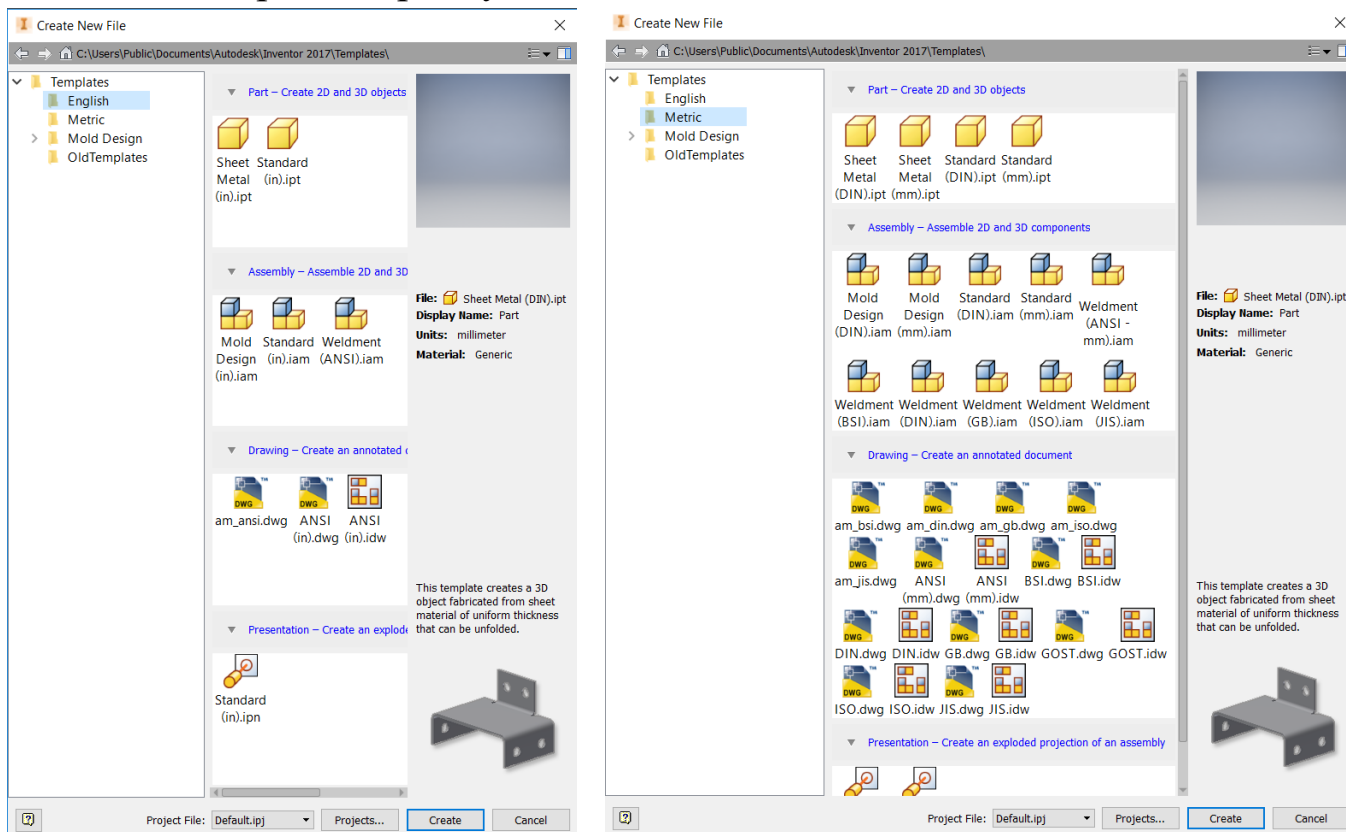
- Weldment – створення збірок конструкцій з точно припасованих деталей, які з'єднуються методом зварки;

- кресленнями (Drawing) з розширеннями:

- *.dwg та *.idw – для створення

конструкторської документації на основі 3D деталей, збірок, які містять вигляди, проекції та виносні елементи

- створення презентацій і схем збірок (Presentation). Цей шаблон дозволяє створювати анімації та рознесені види у файлах збірок для демонстрації порядку складання або зв'язків між деталями.



а)

б)

Рисунок 6. Вікно вибору шаблонів у британських а) і метричних б) одиницях

А в правій частині відображається опис відповідних шаблонів, коли користувач вибирає їх у середньому вікні.

Крім того шаблони поділені за стандартами:

- DIN – (нім. *Deutsches Institut für Normung eV*) – німецький інститут стандартизації;
- ANSI – (англ. *American National Standards Institute*) - об'єднання американських промислових і ділових груп, що розробляє торгові і комунікаційні стандарти, член Міжнародної організації зі стандартизації (ISO). Оскільки стандарт США ANSI використовує обидві системи вимірювання, тому їх шаблони й присутні в обидвох папках (Metric) і (English).
- BSI – (англ. *British Standards Institution*) – британський інститут стандартів. Група, яка почала свою діяльність в 1901 році як комітет

інженерів, які встановлювали стандарти на сталь. Ці стандарти використовувалися британськими промисловцями для виробництва більш якісної і конкурентоспроможної продукції. BSI – член Міжнародної організації зі стандартизації (ISO);

- GB – (скор. Guobiao) – китайський стандарт що означає «Національний стандарт»);
- ISO – (англ. *International Organization for Standardization*) – міжнародна організація зі стандартизації, метою діяльності якої є ратифікація розроблених спільними зусиллями делегатів від різних країн стандартів.
- JIS – (англ. *Japanese Industrial Standards*) – японський індустріальний стандарт;
- GOST - (рос. *Государственный стандарт, ГОСТ*; український переклад аббревіатури: *ДЕСТ*) – станом на сьогодні міждержавний стандарт в країнах СНД. Приймається Міждержавною радою зі стандартизації, метрології і сертифікації (МДР).

Autodesk Inventor 2017 має потужний інструментарій, тому його розділено по шаблонах за призначенням та стандартами. Для кожного шаблону присутній свій набір інструментів (рисунки 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). На рисунках показано розташування інструментів в англійській та російській версіях.

Як вже було описано вище в інтерфейсі змінюються лише панелі інструментів, які розташовуються на стрічці, в залежності від завантаженого шаблону. На рис.14 зображено інтерфейс програми Autodesk Inventor 2017. Показано і підписано назви усіх елементів, які відображаються в інтерфейсі за замовчуванням. Кожен з показаних елементів по потребі можна вимкнути або увімкнути. Наприклад, якщо користувачу, в певний момент часу, не потрібна палітра інструментів Create Freeform (Створення довільної форми) або Surface (Поверхня) то її можна відключити. Потрібно натиснути правою кнопкою миші (ПКМ) на вільному місці стрічки або палітри (палети) інструментів і у відкритому вікні вибрати Show Panels (Показати панелі). Власне ми отримуємо доступ до налаштувань усієї стрічки команд.

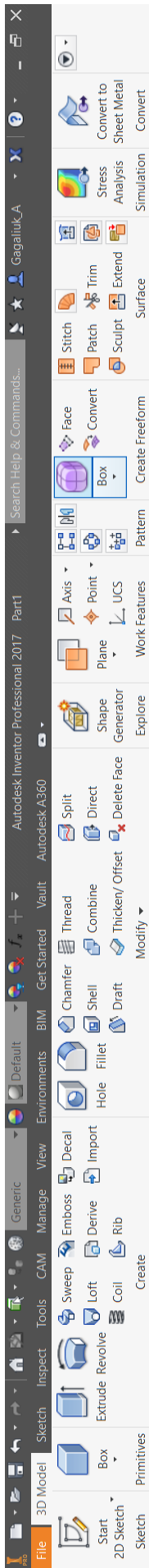


Рисунок 7, а. Панелі інструментів шаблону Part Standard (mm) англ. версія

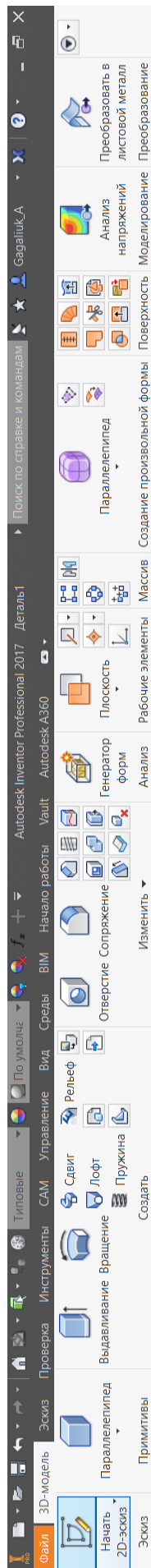


Рисунок 7, б. Панелі інструментів шаблону Part Standard (mm) рос. версія

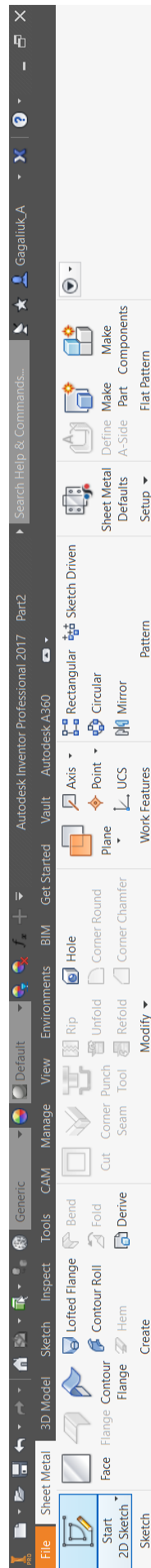


Рисунок 8, а. Панелі інструментів шаблону Part Sheet metal (mm) англ. версія

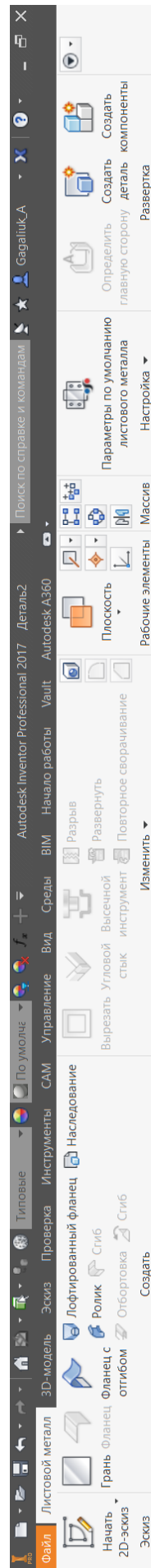


Рисунок 8, б. Панелі інструментів шаблону Part Sheet metal (mm) рос. версія

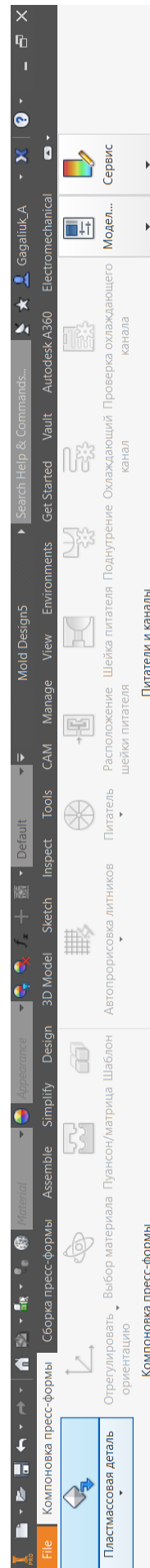


Рисунок 9, а. Панелі інструментів шаблону Assembly Mold Design



Рисунок 9, б. Панели инструментов шаблона Assembly Mold Design (mm) рос. версия



Рисунок 10, а. Панели инструментов шаблона Assembly Standard (mm) англ. версия

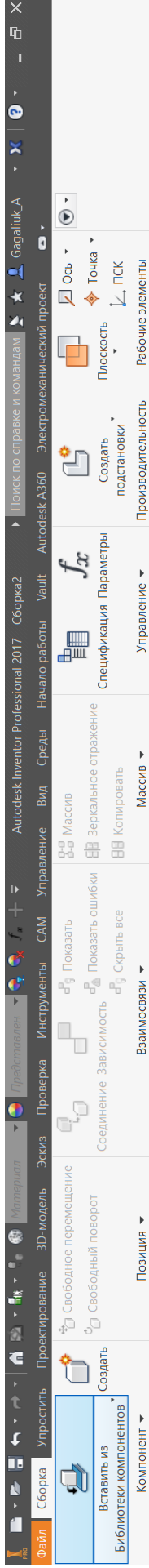


Рисунок 10, б. Панели инструментов шаблона Assembly Standard (mm) рос. версия

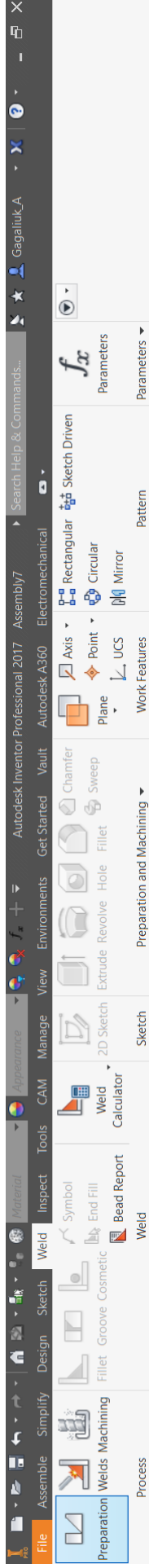


Рисунок 11, а. Панели инструментов шаблона Assembly Weldment (mm) англ. версия



Рисунок 11, б. Панели инструментов шаблона Assembly Weldment (mm) рос. версия

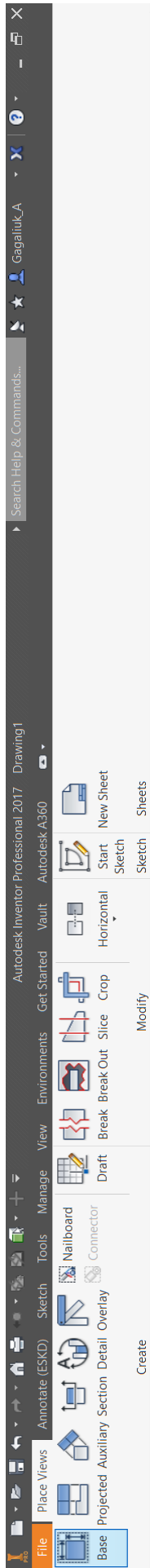


Рисунок 12, а. Панелі інструментів шаблону креслення GOST.idw англ. версія

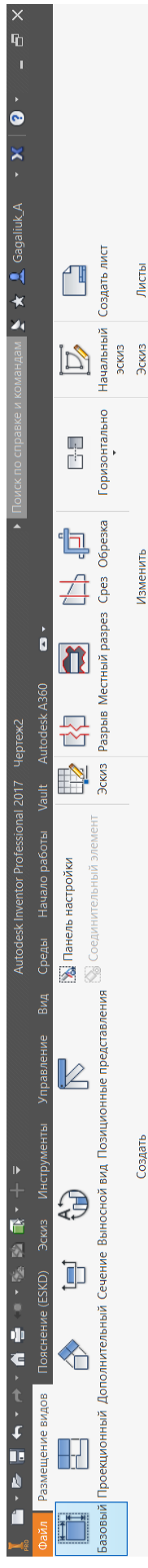


Рисунок 12, б. Панелі інструментів шаблону креслення GOST.idw рос. версія

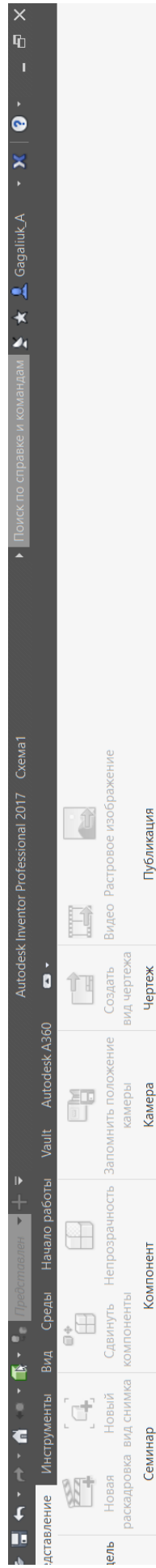


Рисунок 13, а. Панелі інструментів шаблону Presentation Standard (mm) англ. версія

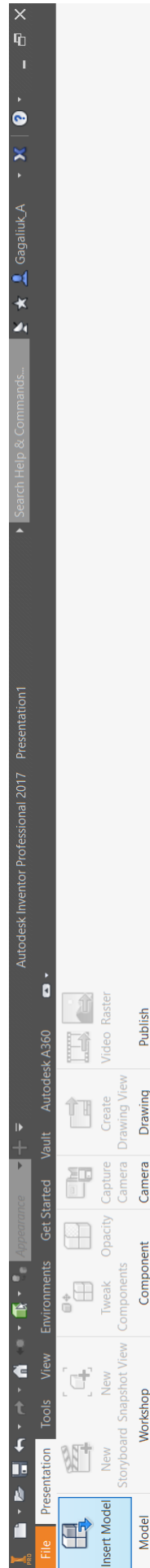


Рисунок 13, б. Панелі інструментів шаблону Presentation Standard (mm) рос. версія

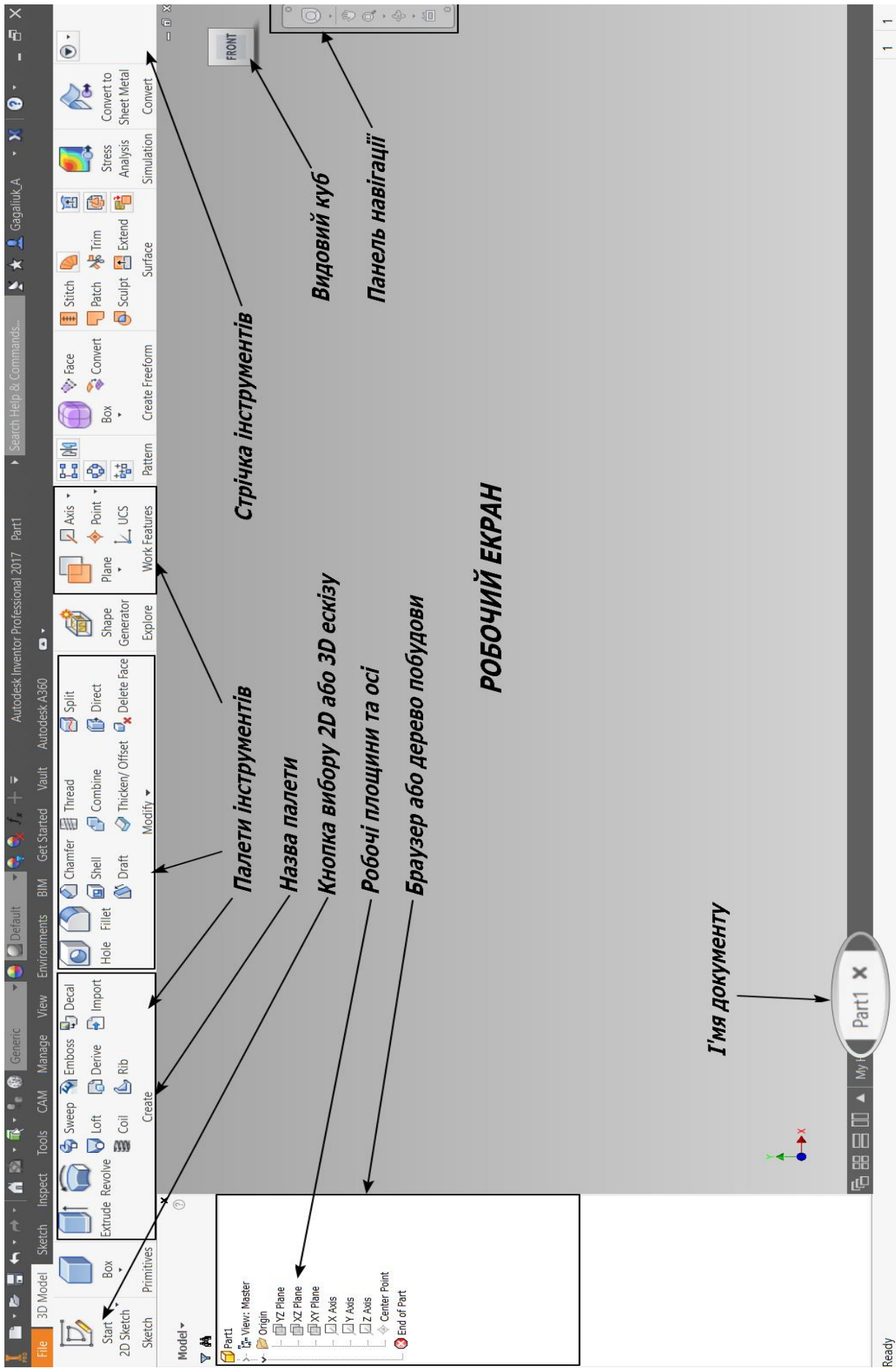


Рисунок 14. Інтерфейс програми Autodesk Inventor 2017

4. Створення параметричних ескізів, накладання геометричних та розмірних залежностей.

Перед початком створення ескізу користувач повинен виконати попереднє налаштування шаблонів. Його необхідно виконати 1 раз і в подальшому вони будуть завантажуватися по замовчуванню. Для англійської версії одиницями вимірювання довжини є *inch*, тобто дюйм і стандарт – *ANSI*, а у російській версії – *міліметр* і *GOST*. Україномовного пакету для Autodesk Inventor 2017 поки що немає, тому ми змушені використовувати або оригінальну англійську, або російську версії. У будь-якому разі варто перевірити шаблони, які завантажитимуться за замовчуванням. Це можна зробити двома способами. Перший спосіб показаний на рис.15. Він є самим швидшим. Після завантаження програми потрібно натиснути на значок шестерні, який показаний стрілкою. У відкритому вікні змінюємо одиниці вимірювання і стандарт.

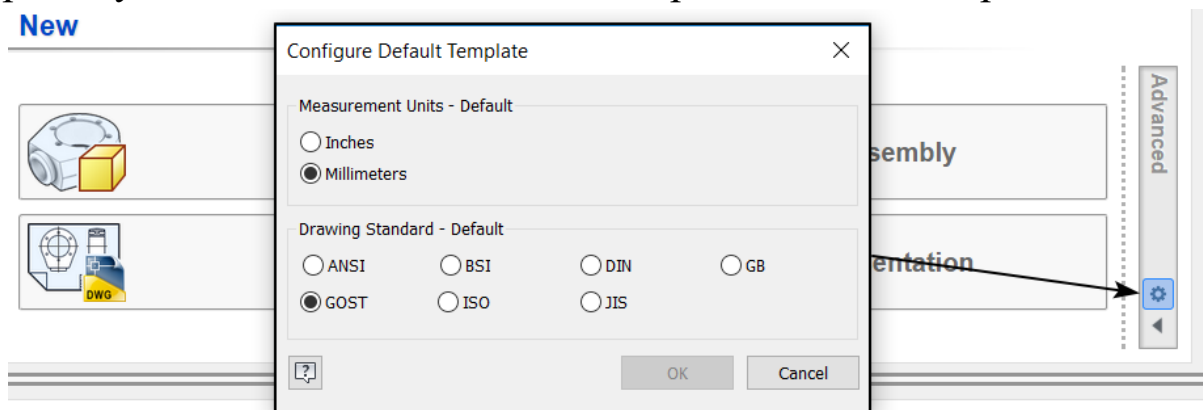


Рисунок 15. Вікно зміни одиниць вимірювання та стандарту

Другий спосіб дещо триваліший, але дає доступ й до інших налаштувань системи, якщо такі потрібно зробити.

Натискаємо на закладку *File (Файл)* і внизу відкритого вікна, яке називається *Оглядач меню*, знаходимо кнопку *Options (Налаштування)* і натискаємо її. У відкритому вікні з поміж багатьох закладок знаходимо наступну закладку *File (Файл)* і натискаємо. Далі натискаємо на кнопку *Configure Default Template...* і відкривається вікно №3 як показано на рис.16.

Після проведених налаштувань ми можемо приступити до роботи. Для створення ескізу користувач повинен відкрити шаблон створення деталі *Standard (mm)* як на рис.6, б або натиснути на кнопку *Part (Деталь)* (рис.17). Після завантаження шаблону інтерфейс програми буде мати

ВИГЛЯД ЯК ПОКАЗАНО ВИЩЕ НА рис.14.

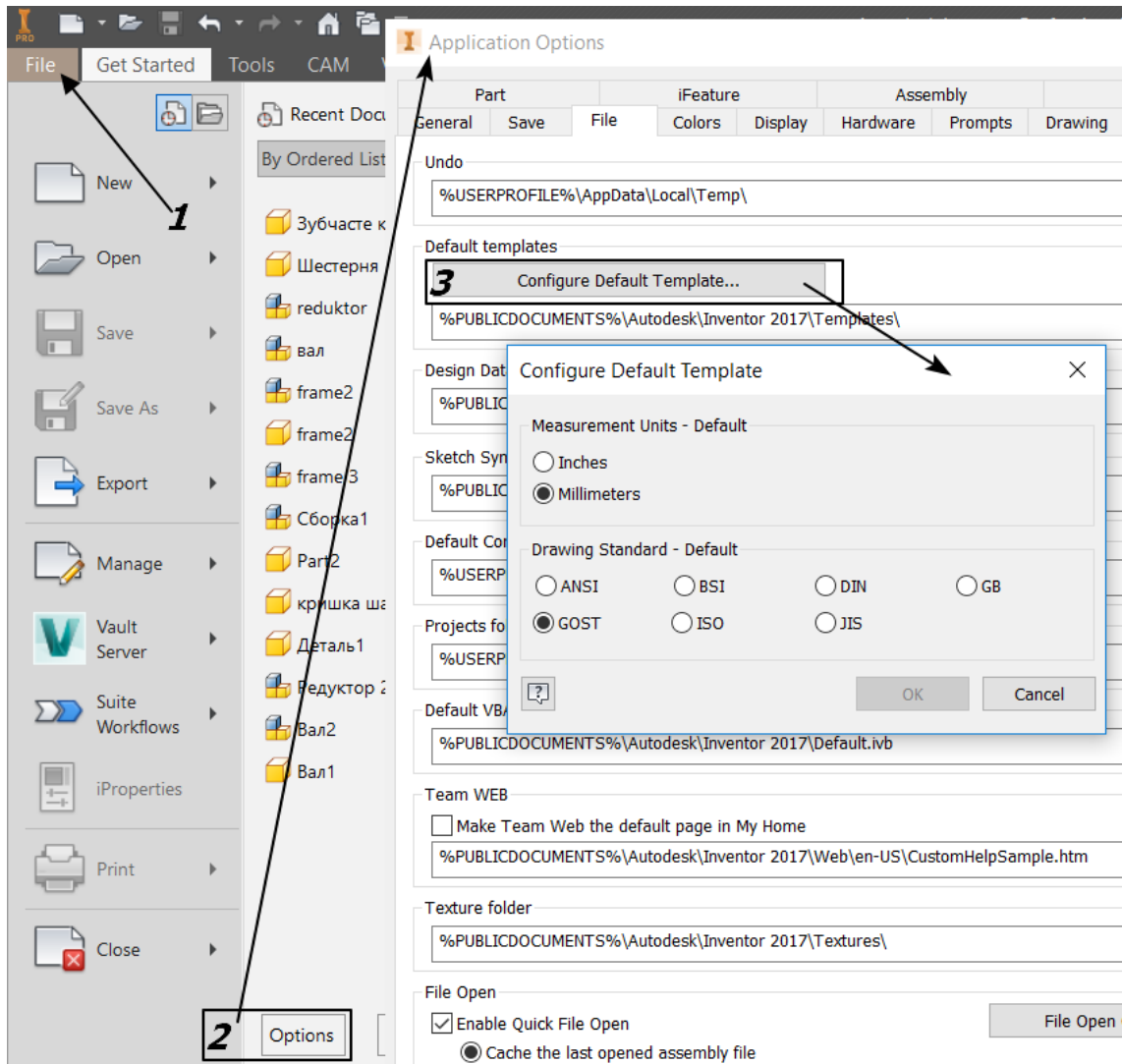



Рисунок 16. Вікно зміни одиниць вимірювання та стандарту через закладку *File*

Для створення ескізу натискаємо на кнопку створити 2D ескіз  на закладці 3D model (3D модель) або на наступній закладці Sketch (Ескіз).

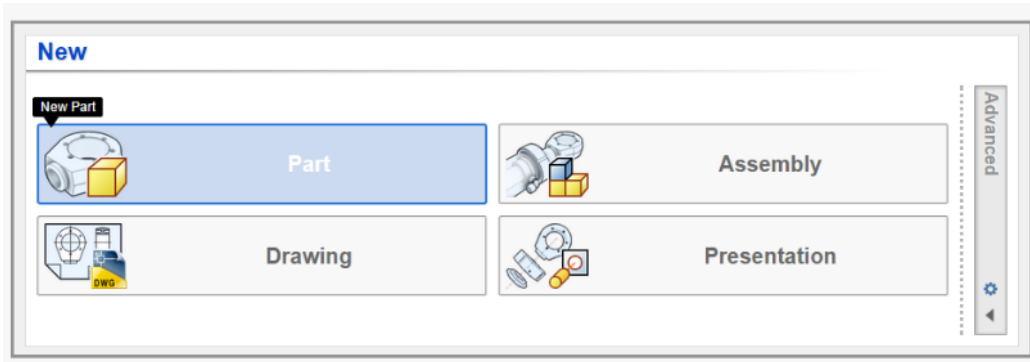


Рисунок 17. Панель швидкого доступу створення нових документів

В обох випадках ми отримаємо зображення трьох взаємно перпендикулярних площин (XY, YZ і ZX). Ескіз будуємо на одній із них. Площину можна вибрати натисканням лівою кнопкою миші (ЛКМ) або в дереві побудови з випадаючого списку, натиснувши на одинарний шеврон ▾ біля папки Origin (Початок) як на рис.18.

(Детальніше про створення ескізів користувач зможе дізнатися, переглянувши відеоролик за посиланням https://youtu.be/BH_yaNI2rUI або задавши назву в пошуковикі «Створення ескізів, накладання геометричних та розмірних залежностей в Autodesk Inventor» в полі браузера.)

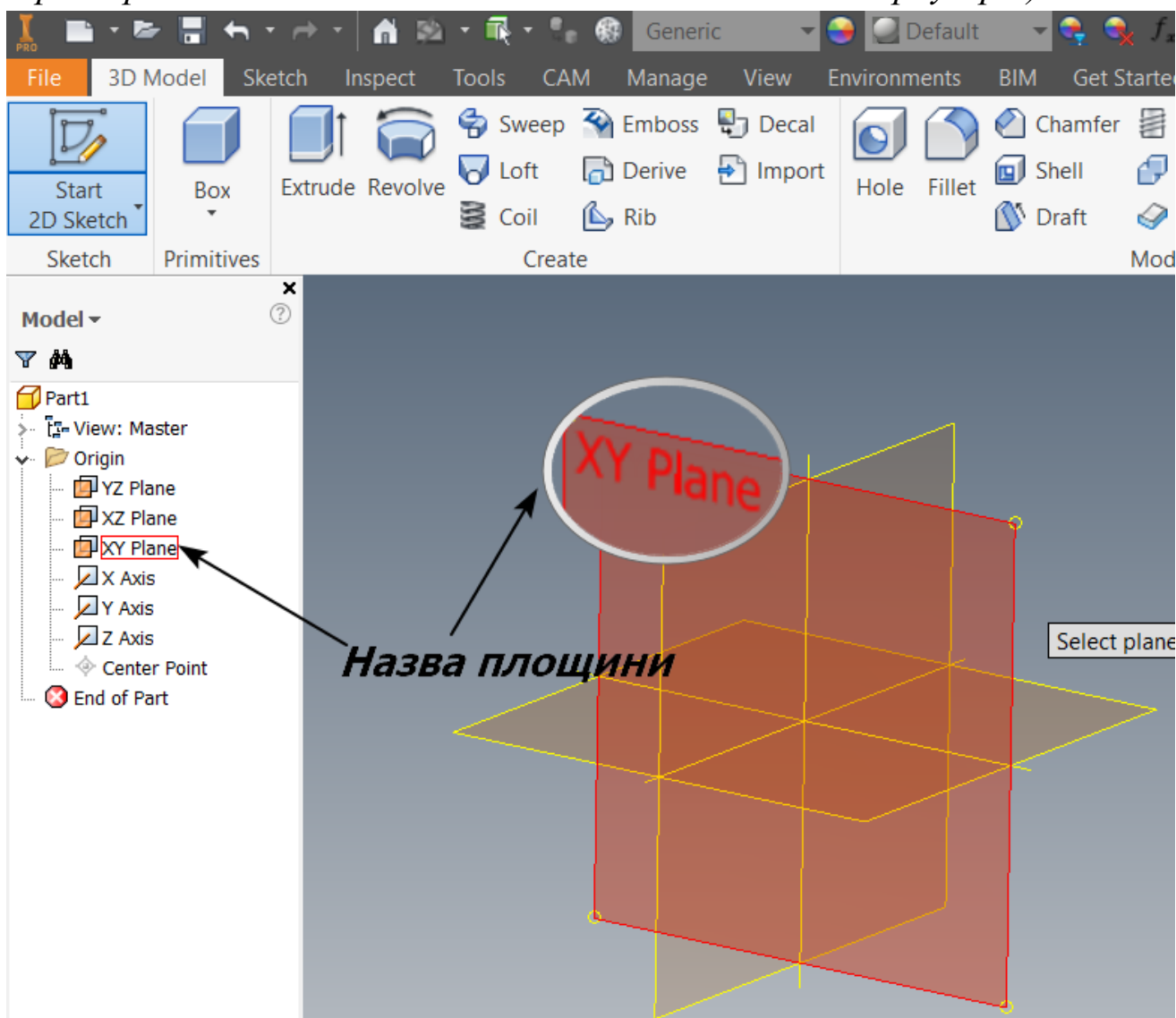



Рисунок 18. Вибір площини для створення 2D ескізу

Після вибору, площина приймає ортогональне положення до погляду користувача, тобто паралельне до екрану монітора й тоді можна виконувати геометричну побудову ескізу. Якщо користувач вибирав значок ескіза  на закладці 3D model (3D модель) то на стрічці команд

автоматично вмикається закладка Sketch (Ескіз) (рис.19). Ескіз виконується за допомогою графічних примітивів з палітри Create (Створити). Усі команди із палітри Create зображено на рис.20, 21, 22, 23, 24.

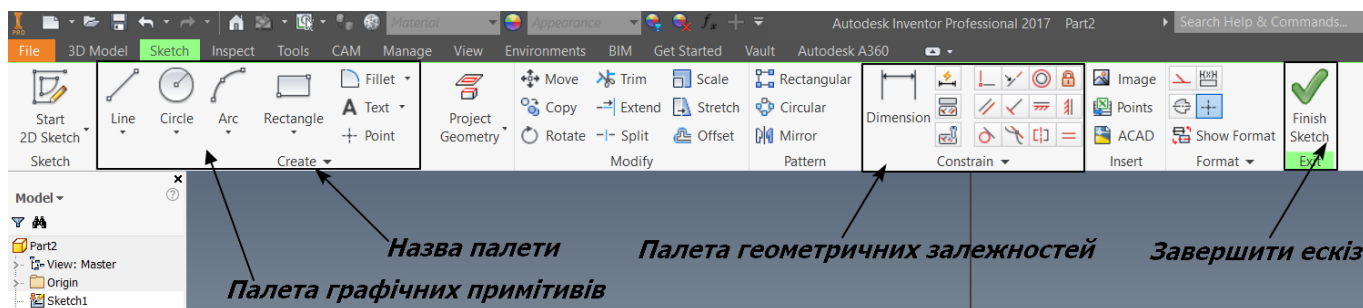


Рисунок 19. Вікно Autodesk Inventor 2017 в режимі Sketch (Ескіз)

Ескіз можна будувати точно по розмірах або довільно. При створенні ескізу необхідно пам'ятати 2 правила:

1. Ескіз повинен бути замкнутим і не мати вільних кінців або перетинів
2. Ескіз повинен бути геометрично зв'язаний з початком координат $t. O$. А геометричний зв'язок можна забезпечити: а) проставлянням розміру між $t. O$ і точкою на будь-якому геометричному об'єкті ескізу; б) якщо $t. O$ буде початковою точкою відрізка, центра кола або дуги.

Ескіз повинен бути **визначеним**, тобто змінити колір із зеленого на темно-синій. А при нанесенні розмірів ескіз стає **параметричним**. За необхідності параметри можна змінити, що призведе до автоматичної зміни ескізу і як наслідок деталі.

Після побудови, спочатку усім геометричним елементам ескізу (точкам, відрізкам, дугам тощо) необхідно задати усі геометричні залежності, а потім необхідні розміри. Також їх можна виконувати по чергово. Такі геометричні залежності, як горизонтальність чи вертикальність можуть накладатися автоматично. Вони розташовуються на палітрі Constrain (Залежність).

Розміри геометричних елементів можуть бути задані при побудові або після створення всього ескізу.

Команда Dimension (Розмір) задає довжини, радіуси чи діаметри, то геометричні залежності встановлюють зв'язок та взаємне розташування елементів ескізу. І хоча поняття геометричних залежностей мають бути

знайомі користувачу із шкільної програми курсу геометрії, але ми їх розглянемо детальніше. (див.табл.1).

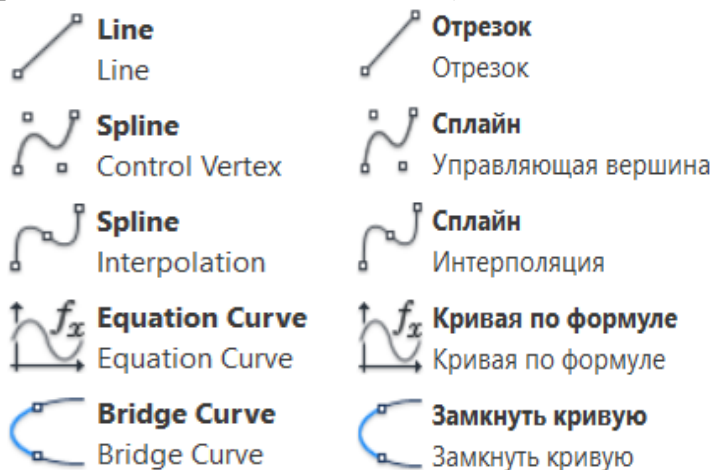


Рисунок 20. Команди креслення відрізків та кривих

Equation Curve (Крива по формулі) – побудова кривої на основі математичних залежностей.

Bridge Curve (Замкнути криву) – створення гладкої неперервної кривої між 2-ма іншими вибраними кривими.

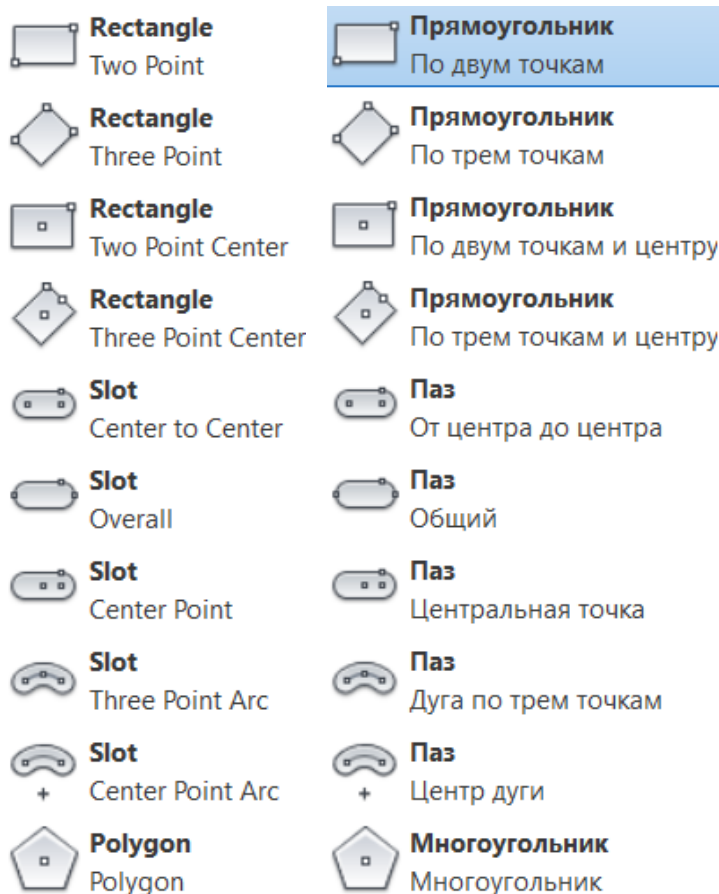


Рисунок 21. Команди креслення прямокутників, пазів і багатокутників

Line (Відрізок) – будує відрізок по 2-х точках. При натиснутій ЛКМ можна будувати дуги.

Spline control vertex (Сплайн керуюча вершина) – побудова кривої на основі вказаних управляючих вершин.

Spline Interpolation (Сплайн інтерполяція) – побудова кривої через вказані точки.

Equation Curve (Крива по

Rectangle Two Point (Прямокутник по 2-х точках) – побудова по 2-х протилежних точках на діагоналі.

Rectangle Three Point (Прямокутник по 3-х точках) – побудова з використанням 3-х точок, для визначення довжини, напрямку і ширини.

Rectangle Two Point Center (Прямокутник по 2-х точках і центру) – насправді будує по центру і точці на куті.

Rectangle Three Point Center (Прямокутник по 3-х точках і центру) – побудова по центру, середині сторони і точці на куті.

Slot Center to Center (Паз від центру до центру) – побудова

пазу, який визначається відстанню між по 2-ма точками які є центрами дуг і 3-юю точкою, яка задає радіус цих дуг.

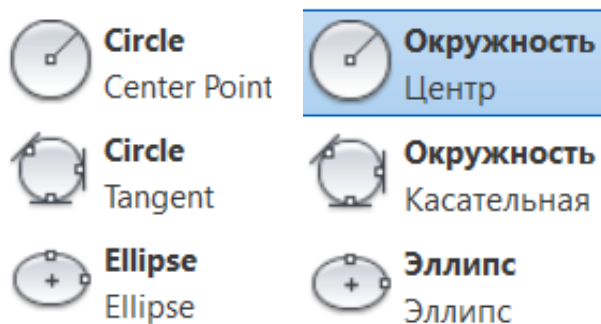
Slot Overall (Паз загальний) – побудова лінійного пазу, довжина якого визначається відстанню між серединами дуг і 3-юю точкою, яка задає радіус цих дуг.

Slot Center Point (Паз центральна точка) – побудова по центру пазу, центру дуги і радіусу дуги.

Slot Three Point Arc (Паз Дуга по 3-х точках) – будується як Дуга по 3-х точках, а 4-та точка задає радіус.

Slot Center Point Arc (Паз Центр дуги) – центр дуги, початок і кінець, а 4-та точка задає радіус.

Polygon (Многокутник) – будується по центру і вершині або середині сторони, в залежності від того вписаний чи описаний.

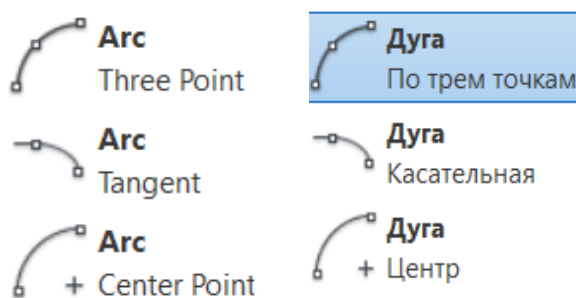


Circle Center point (Коло центр) – створення кола по центру і радіусу.

Circle Tangent – (Коло дотична) – створення кола дотичного до 3-х відрізків.

Ellipse (Еліпс) – створення еліпса з використанням центральної точки, малої і великої осей.

Рисунок 21. Команди креслення кіл та еліпса



На наступному рис.22 зображено команди рисування дуг.

Arc Three Point (Дуга по 3-х точках) – побудова дуги по крайніх і середній точці.

Arc Tangent (Дуга дотична) – побудова дотичної дуги до кривої / відрізка по 2-х точках, перша з яких кінцева точка кривої / відрізка.

Рисунок 21. Команди креслення дуг



Arc Center Point (Дуга Центр) – побудова дуги по центру, початку і кінцевій точках.

Fillet (Скруглення) – побудова скруглення заданого радіуса на куті

Рисунок 23. Команди редагування кутів або 2-х відрізках.

Chamfer (Фаска) – побудова фаски по довжині катета і куту або довжинах катетів на 2-х непаралельних відрізках

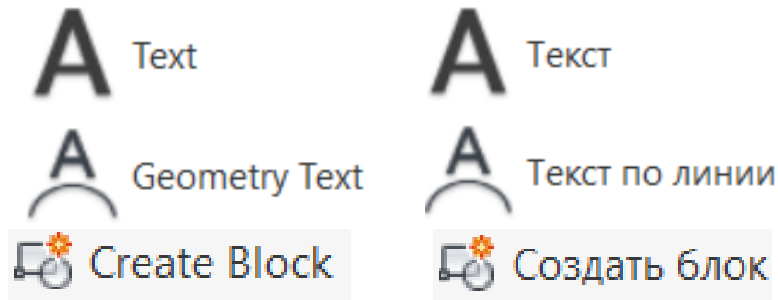


Рисунок 24. Команди тексту і створення блоку

Text (Текст) – додавання тексту в активний ескіз.

Geometry text (Текст по лінії) – написання тексту по траєкторії (лінія і дуга), крім сплайну

Create Block (Створити блок) – створення ескізного блоку на основі вибраної 2D геометрії

Як вже було описано вище деякі геометричні залежності можуть накладатися автоматично. Фактично вони задають принцип взаємодії всіх графічних об'єктів в ескізі, як наприклад дотичність відрізка та кривої чи колінеарність двох відрізків і т.і. А розміри задають довжини, радіуси, діаметри. Таким чином ми в ескізі маємо 2 складових – це розташування графічних елементів і їх взаємодія і розміри цих елементів.

Адже накладені обмеження в ескізі дозволяють користувачу, при необхідності, змінити лише розміри певних елементів й ескіз автоматично перебудується без перекреслювання всього ескізу. В цьому і є цінність параметричних ескізів і параметризації загалом. Це актуально, коли необхідно створити декілька виконань однієї й тої самої деталі. Це можна зробити в одному файлі задавши таблицю з параметрами.

Для того, щоб успішно використовувати геометричні залежності необхідно знати їх функції і можливості. Почнемо з найпростішого. Принцип дії функції Розмір зображено на рис.25.

Для того, щоб успішно використовувати геометричні залежності необхідно знати їх функції і можливості. Почнемо з найпростішого. Принцип дії функції Розмір зображено на рис.25.

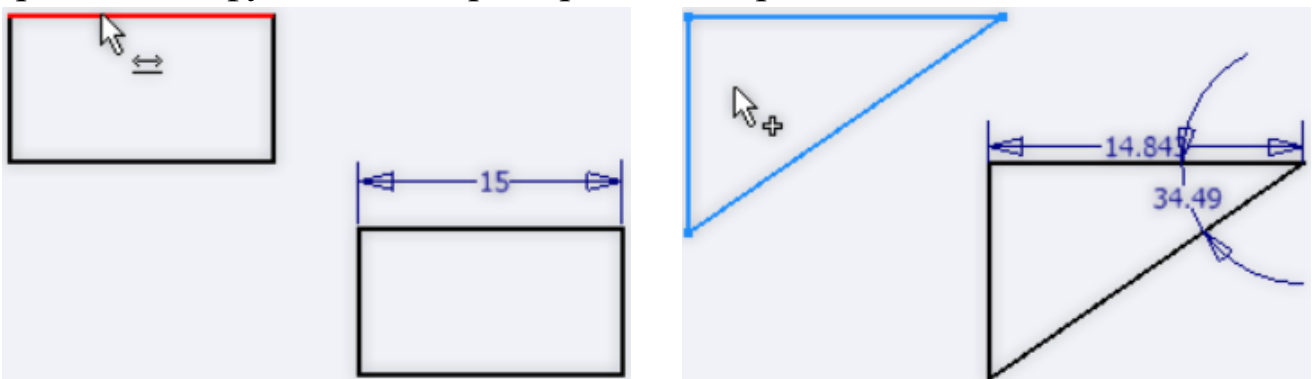




Рисунок 25. Процедура нанесення розміру і автоматичного нанесення розмірів

Викликається кнопкою  на панелі Constrain. Проставляє розміри на 2D- і 3D-ескізах. Розміри можна описати через числові константи, змінні рівняння або файли параметрів. В Autodesk Inventor 2017 є також функція автоматичного нанесення розмірів. Викликається піктограмою . При вмиканні автоматичного нанесення розмірів на вибраний ескіз наносяться відсутні розміри й накладаються залежності. Ця можливість використовується додатково до команд нанесення розмірів і накладання залежностей для вставлення критичних розмірів і залежностей.

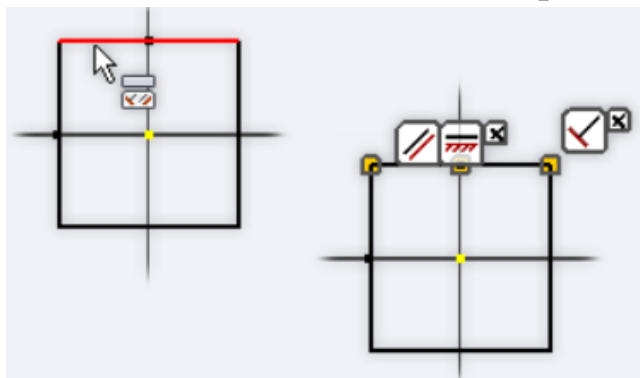


Рисунок 26. Функція «Показати залежності»



Рисунок 27. Налаштування залежностей

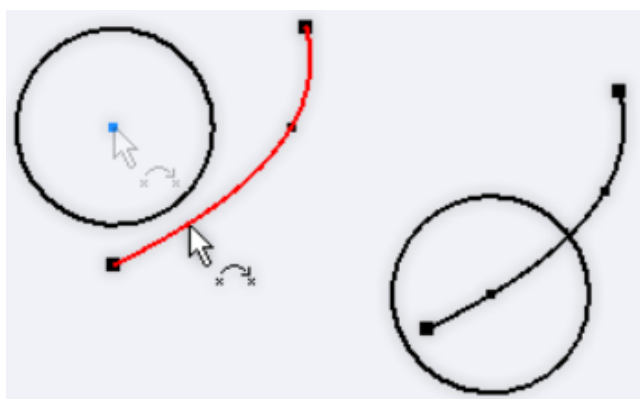




Рисунок 28. Залежність «Суміщення»

Функція «Показати залежності» (рис.26) вмикається кнопкою . Відображаються відомості про залежності для вибраної геометрії ескіза. За замовчуванням вони виключені, щоб візуально не перевантажувати ескіз.

А налаштування залежностей можна виконати за допомогою піктограми .


Ці параметри дозволяють керувати налаштуваннями відображення, а також створення, формування, полегшеного переміщення й перепризначення залежностей та розмірів у ескізі.


Залежність «Суміщення» (рис.28) викликається кнопкою .


Вона накладає залежності на точки за допомогою інших геометричних об'єктів в 2D- або 3D-ескізах.


Дозволяє сумістити точки різних об'єктів в одну спільну точку. А також сумістити відрізок і точку,

причому вони не будуть дотикатися, а лише знаходиться на одній уявній прямій.

Залежність колінеарності (рис.29) активується піктограмою . Дозволяє розмістити два або декілька сегментів відрізка або осей еліпса на одній лінії. Не працює з точками.

Залежність концентричності викликається піктограмою . Відповідає за суміщення центрів двох дуг, кіл, або еліпсів.

Фіксація (рис.31) це функція, яка дозволяє закріпити точки та криві в системі координат ескіза . Об'єкт стає повністю нерухомим і позбавлений усіх ступенів вільності.

Залежність паралельності запускається значком . Виконує розташування вибраних лінійних геометричних об'єктів паралельно один до одного.

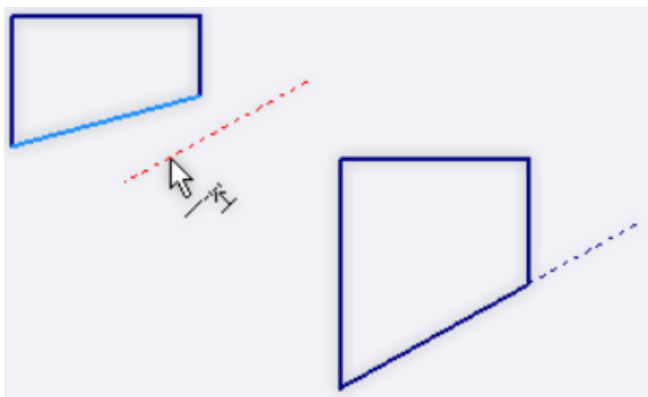


Рисунок 29. Виконання залежності колінеарності

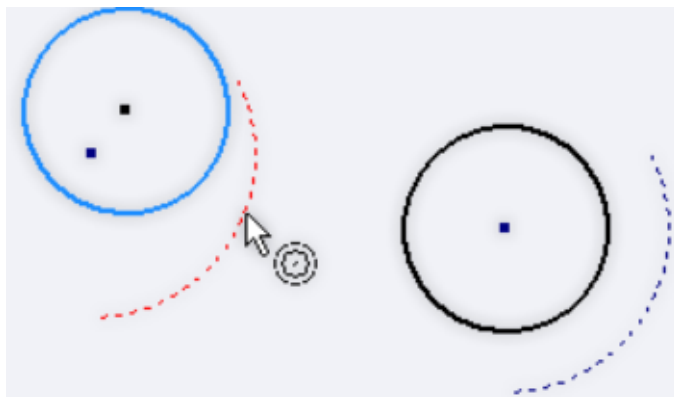


Рисунок 30. Виконання залежності концентричності

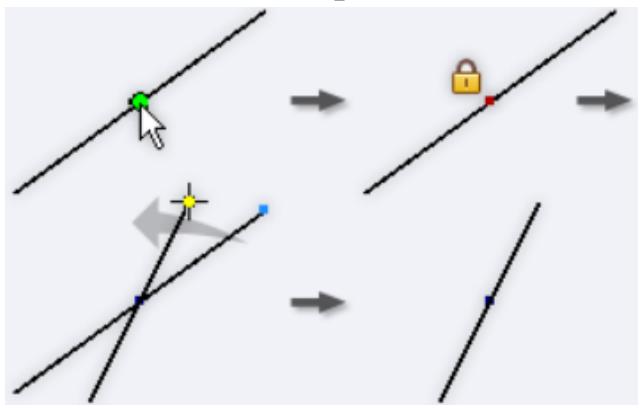


Рисунок 31. Фіксація об'єктів

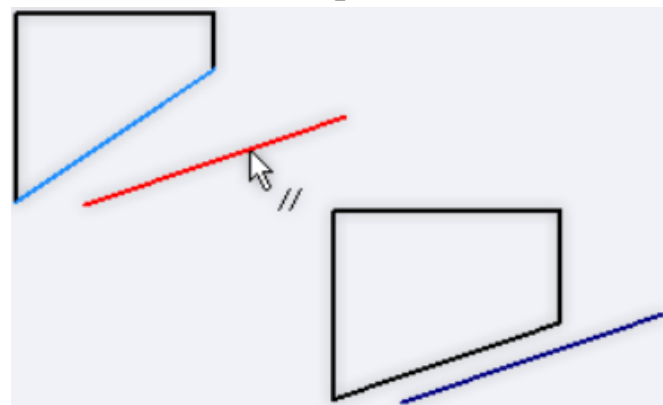




Рисунок 32. Паралельність

За взаємне розташування вибраних лінійних об'єктів під прямим кутом відповідає залежність перпендикулярності (рис.33). Викликається

значком .

Залежності горизонтальності та вертикальності (рис.34) викликаються піктограмами  і . Вони керують розташуванням вибраних відрізків, осей еліпсів або пар точок паралельно до осі X або Y координатної системи ескіза.

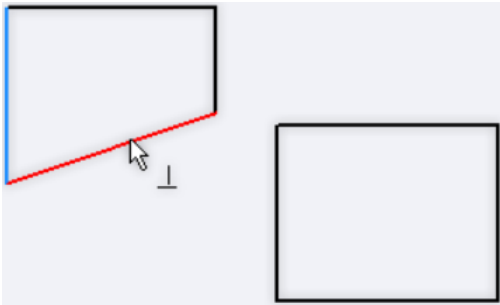


Рисунок 33. Залежність перепендикулярності

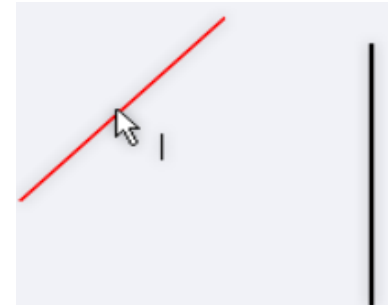
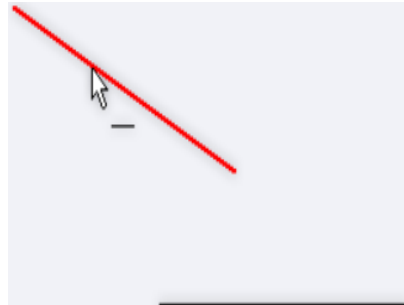




Рисунок 34. Залежність горизонтальності та вертикальності

Залежність дотичності вмикається піктограмою . Вона накладає залежність на криві, разом з кінцями сплайнів, обмежуючи їх положення дотичністю до інших об'єктів (рис.35).

Коли необхідно відобразити 2 відрізка симетрично відносно вибраного відрізка то використовуємо залежність симетричності. Вона активується за допомогою значка  (рис.36). Потім вибираємо 3 відрізки, два з яких хочемо зробити симетричними відносно третього, який виконає функцію осі симетрії.

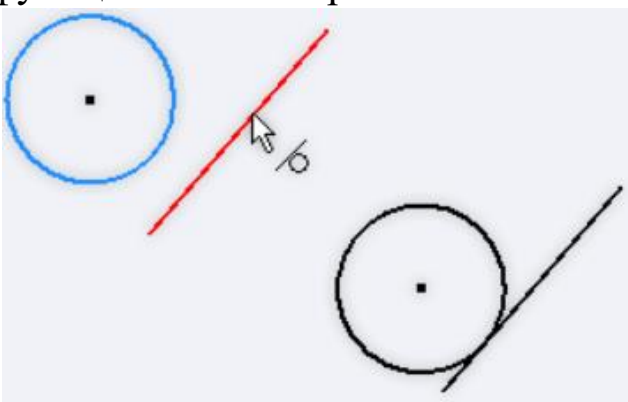


Рисунок 35. Залежність дотичності

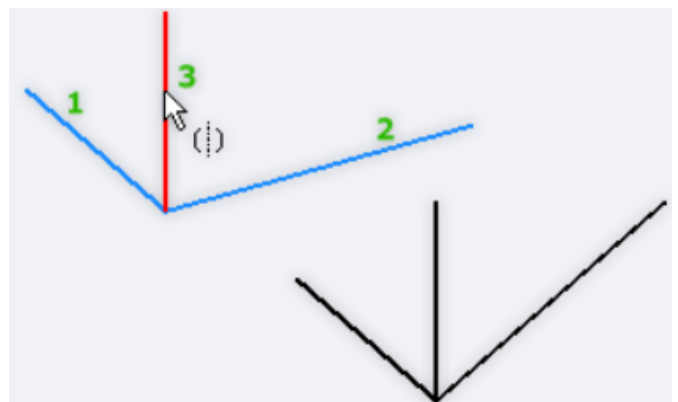



Рисунок 36. Залежність симетричності

На панелі Constrain є ще дві піктограми. Це залежність постійної кривизни та залежність рівності. Перша забезпечує побудову сплайну однакової кривизни між двома відрізками, які є не колінеарними. А краї

цього сплайну є дотичними до відрізків (рис.37). Таким чином ми отримуємо рівномірне згладжування. Команда запускається піктограмою .


Залежність рівності активується значком . Вона забезпечує рівність радіусів двох вибраних кіл або дуг, або рівність для вибраних відрізків. Тобто 2 графічних об'єкти, наприклад відрізки, які є не паралельними та не колінеарними або кола після накладання цієї залежності стануть однакового розміру. А при накладанні розміру на одному об'єкті, інший, завдяки раніше накладеній залежності «Рівність» автоматично прийме такий самий розмір.



Рисунок 37. Згладжування 2-х відрізків

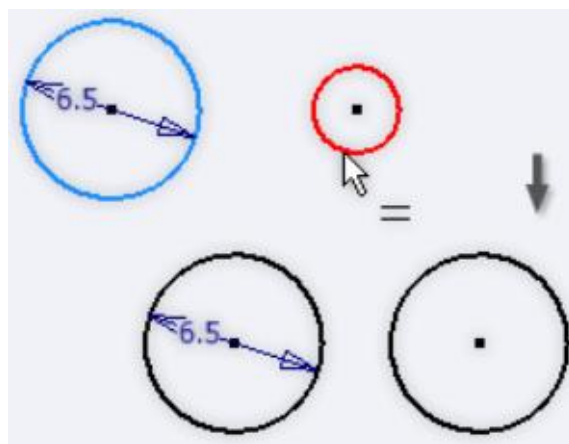


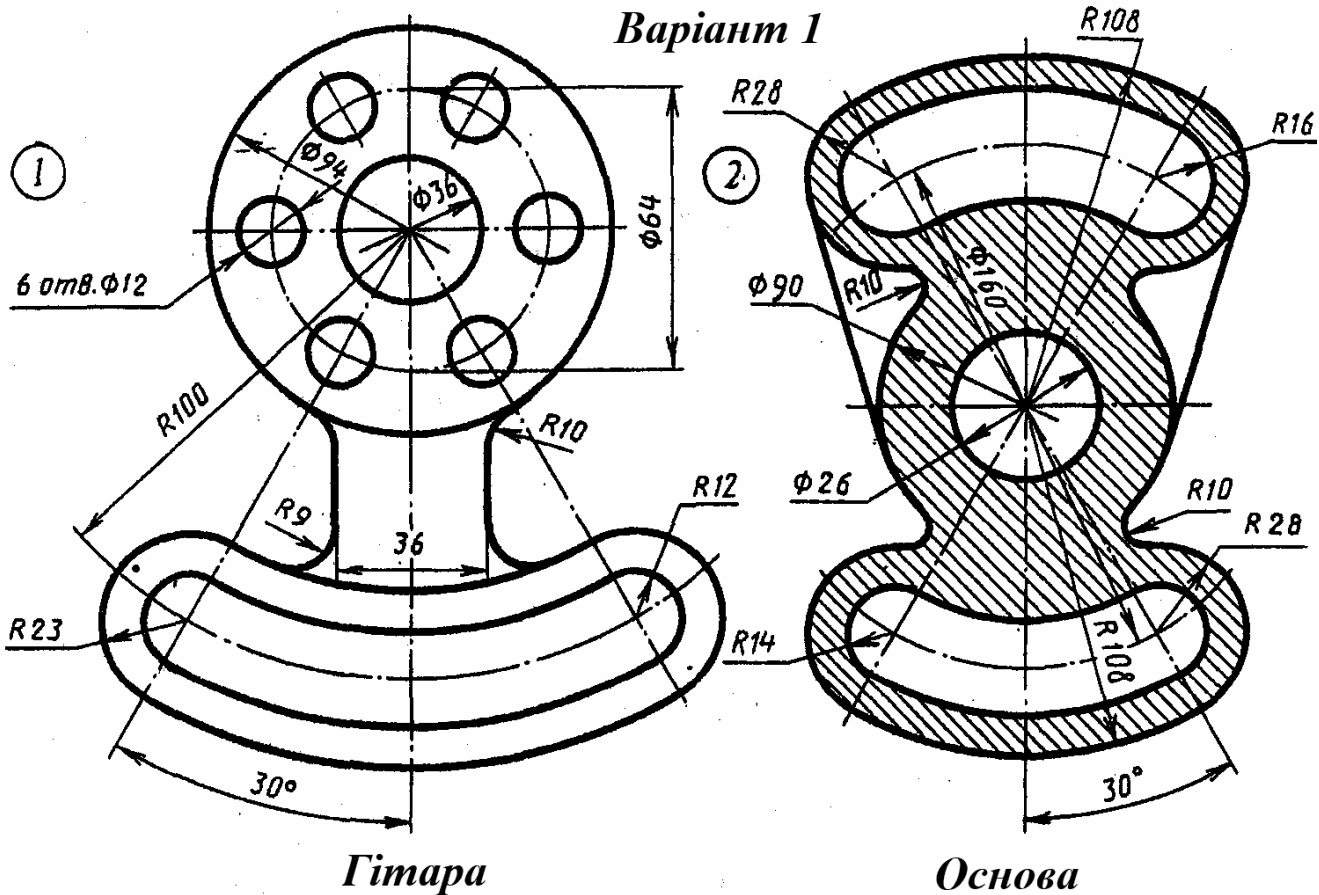
Рисунок 38. Накладання рівності

Порядок виконання роботи

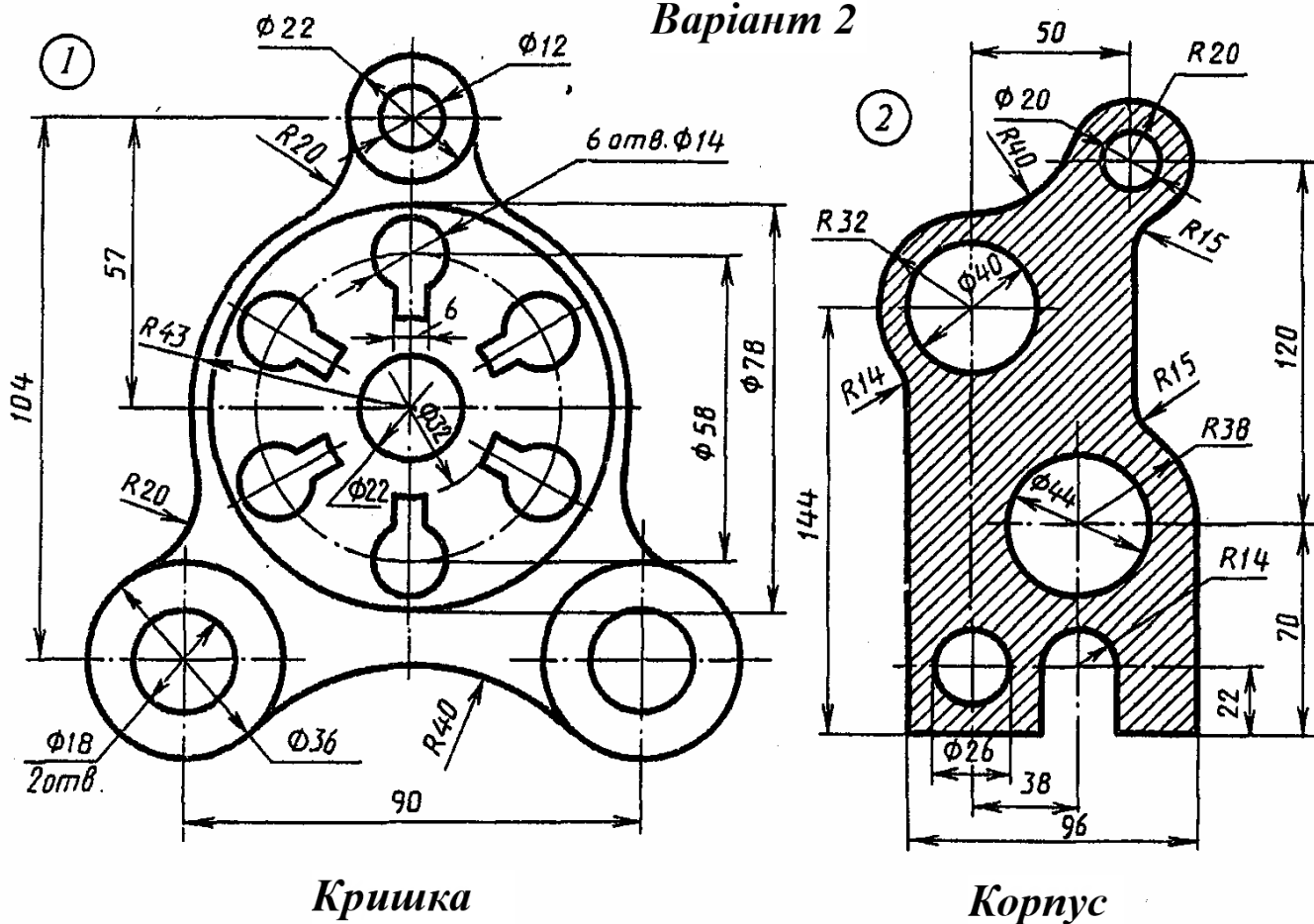
1. Через меню «Пуск» або з робочого стола ПК запустити програму Autodesk Inventor Professional 2017.
2. Створити проект із своїм прізвищем (назва латинкою). Проект зберегти на диску E:\<Назва групи> / <Назва проекту> / Прізвище.ipj.
3. Вибрати і відкрити новий документ «Деталь».
4. Ознайомитися з інтерфейсом програми та палітрами інструментів в закладці Sketch (Ескіз).
5. Отримати завдання від викладача з номером креслення і варіантом виконання.
6. Накреслити ескіз деталі.
7. Коли ескіз стане визначеним робота вважається виконаною.

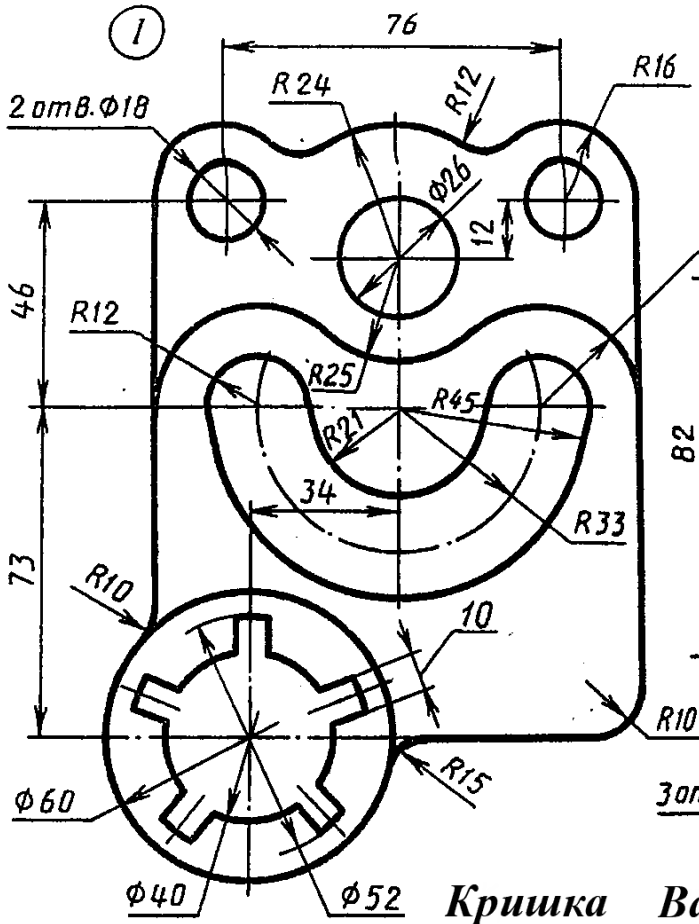
Варіанти завдань

Варіант 1

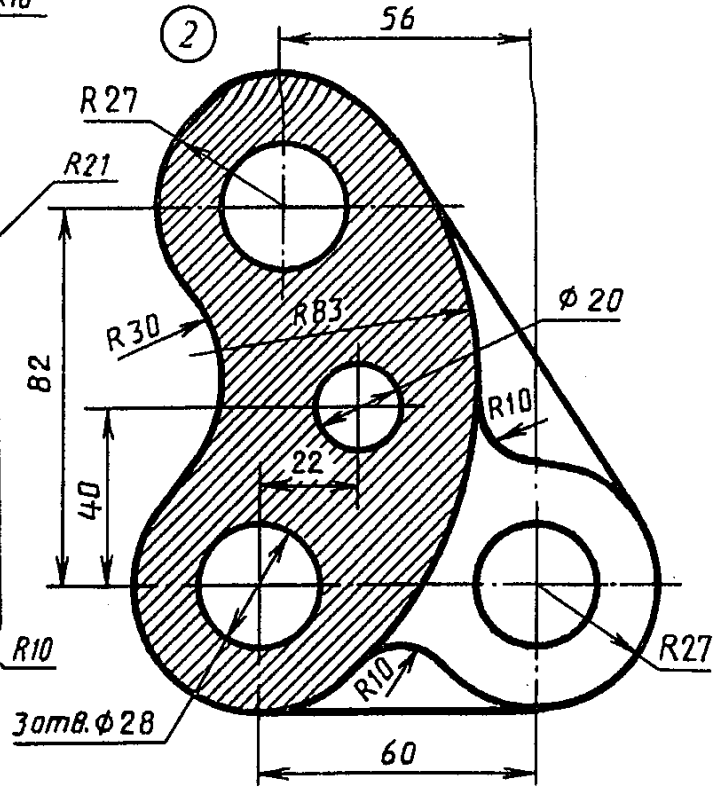


Варіант 2

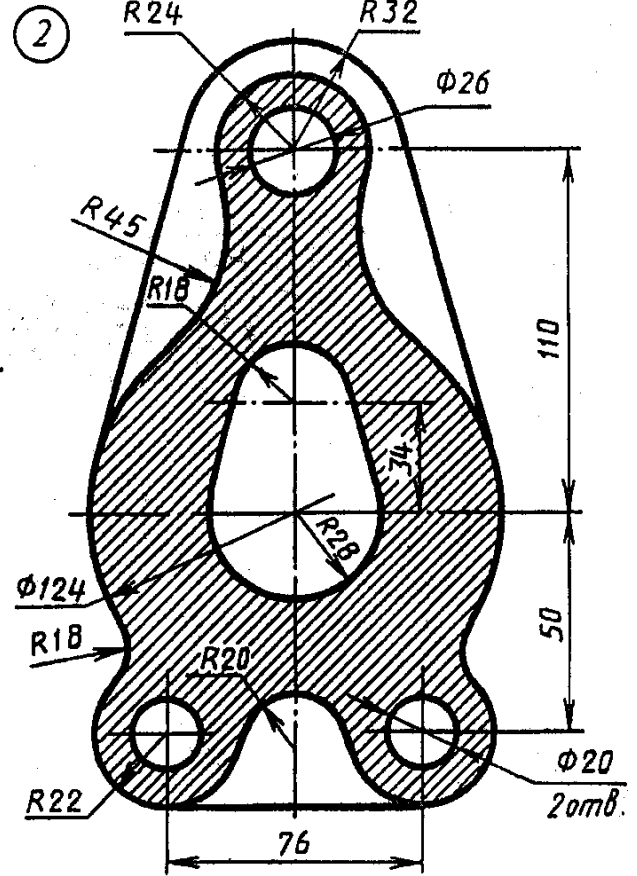
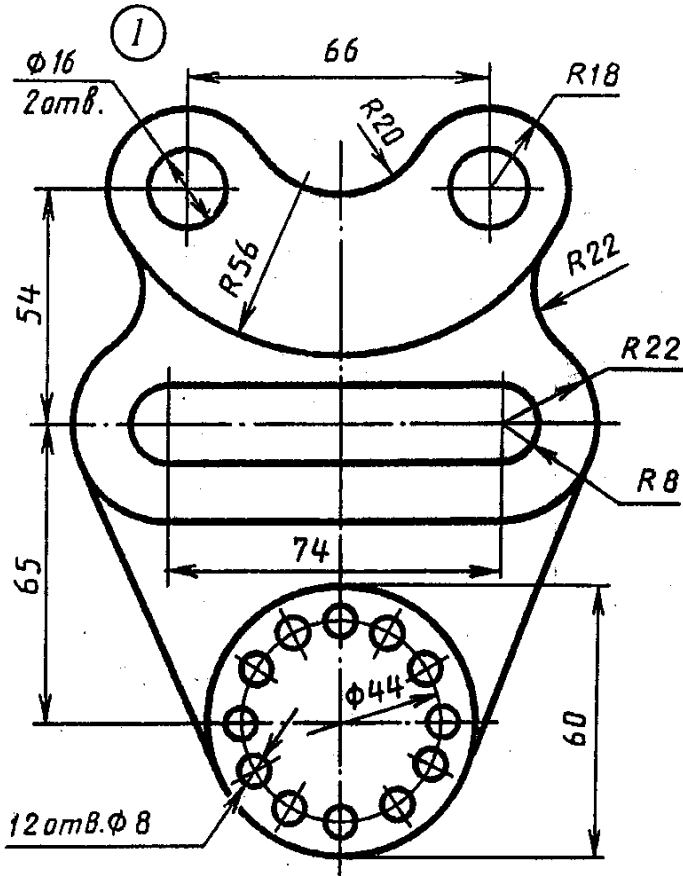




Варіант 3



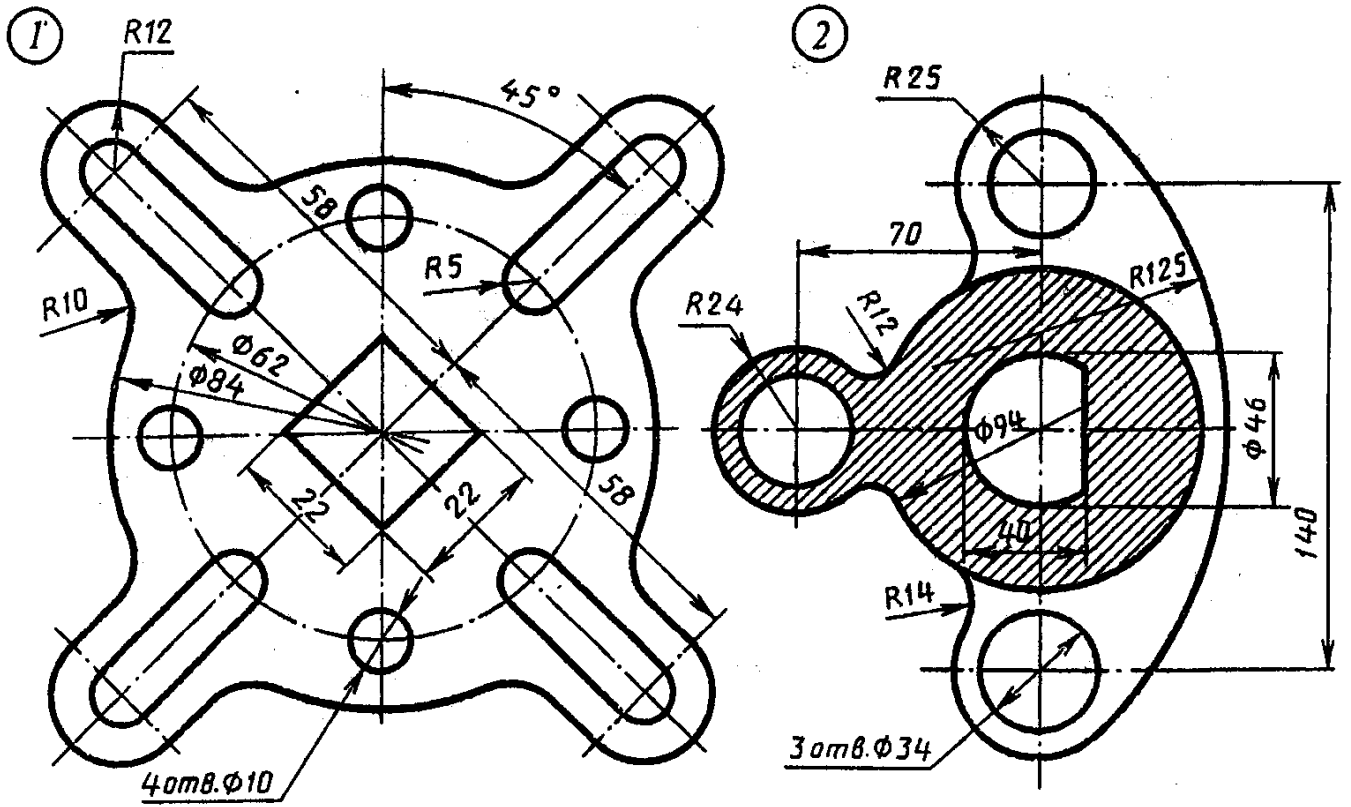
Кришка Варіант 4 Корпус



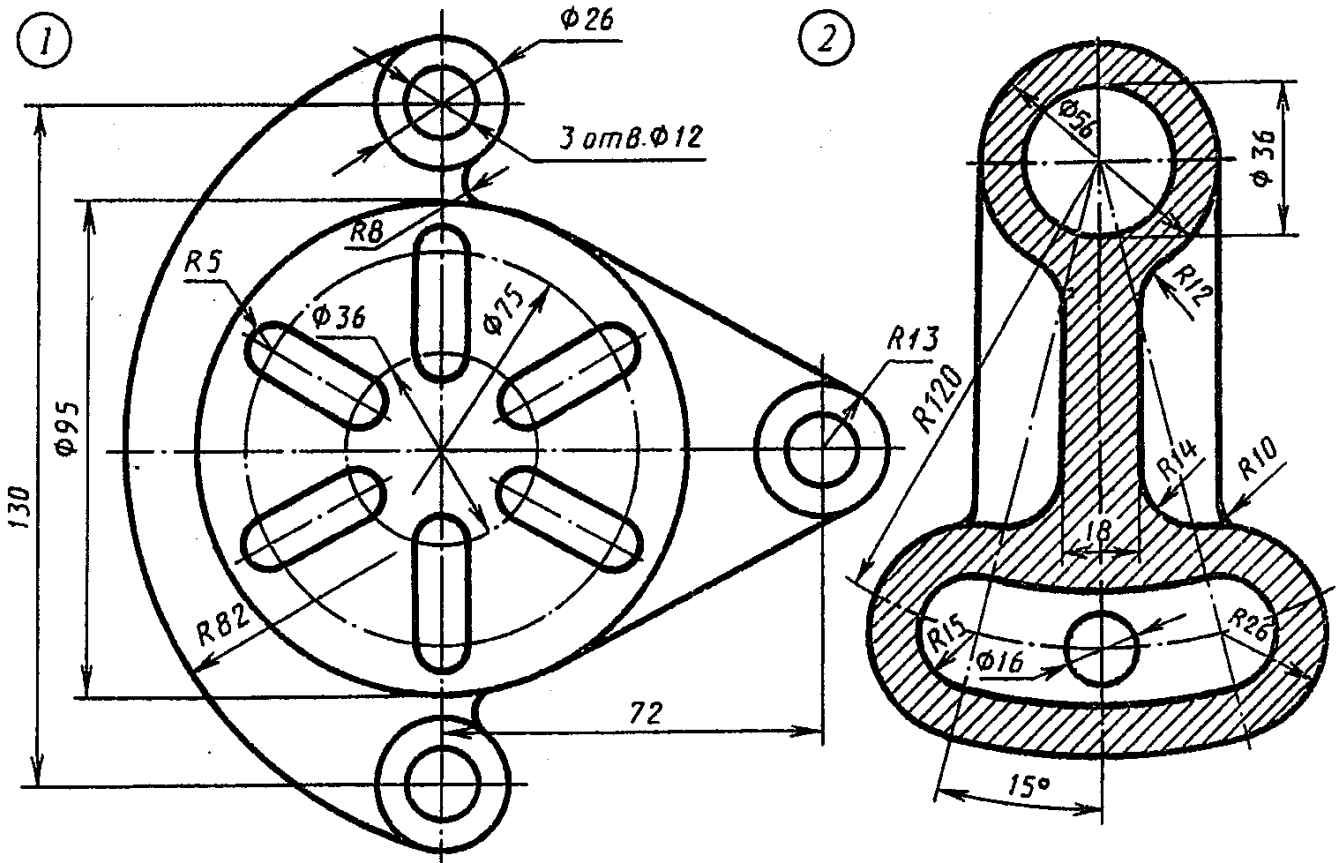
Підвіска

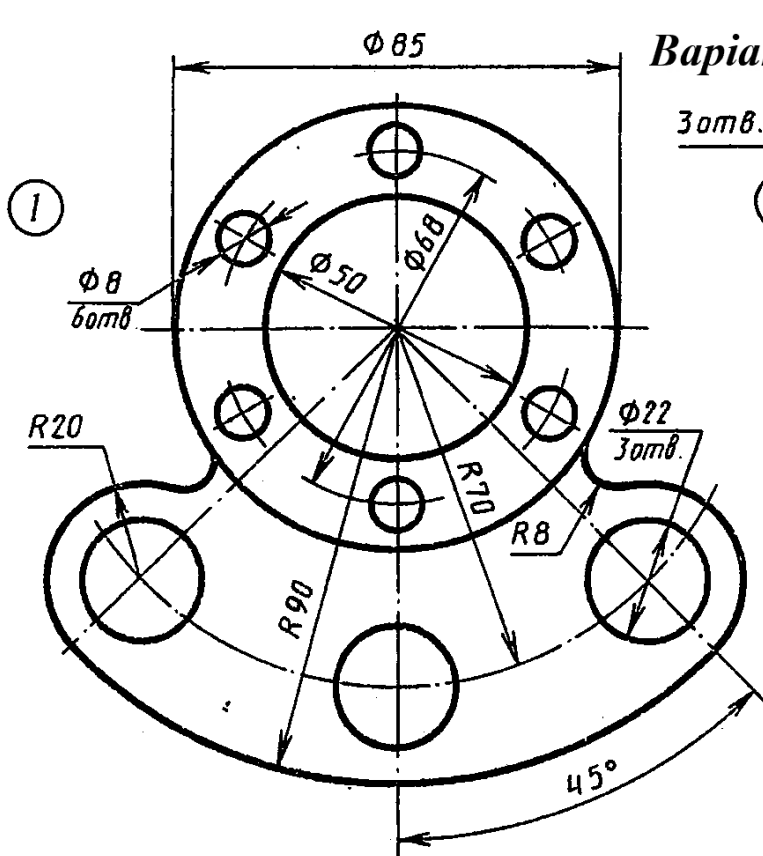
Опора

Вариант 5



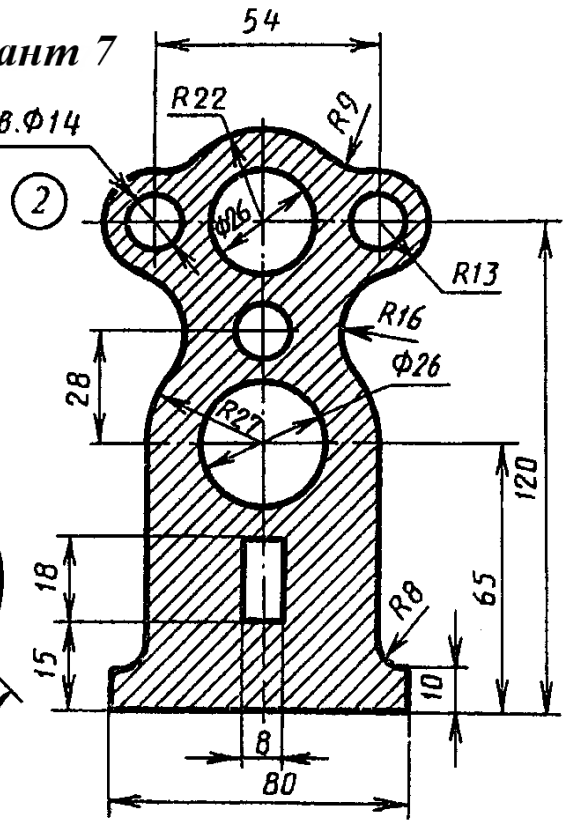
Вариант 6





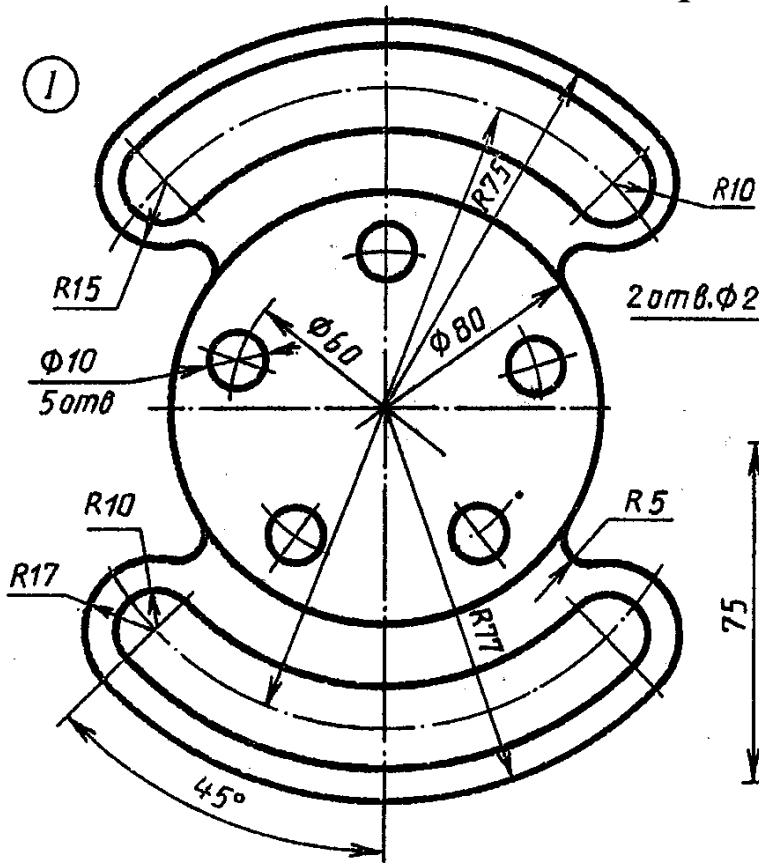
Корпус

Варіант 7

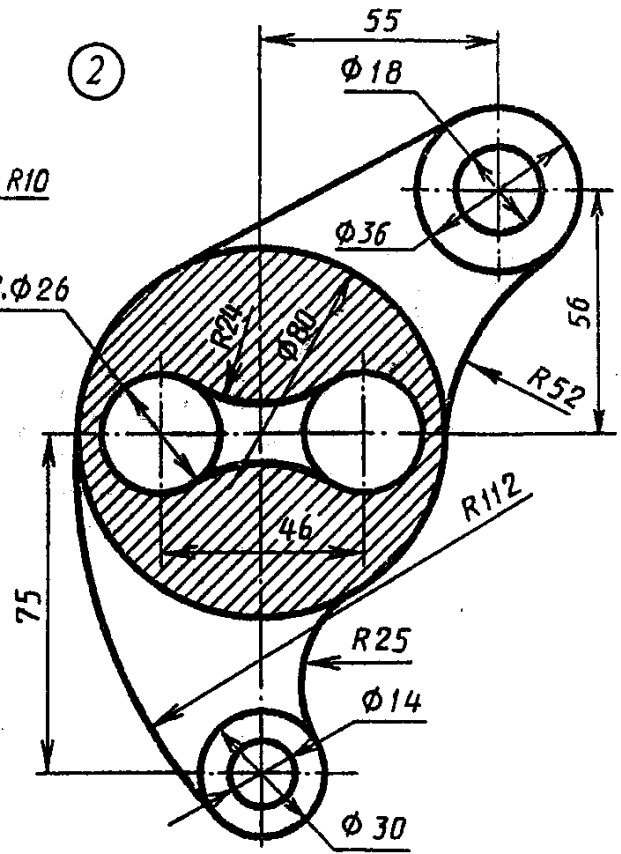


Стійка

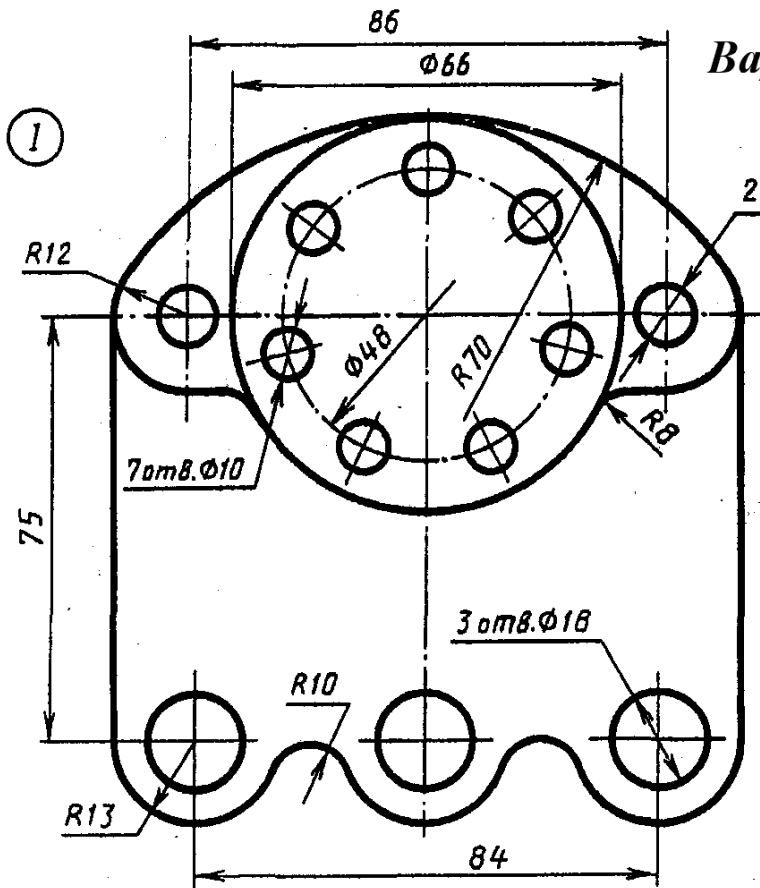
Варіант 8



Регулятор

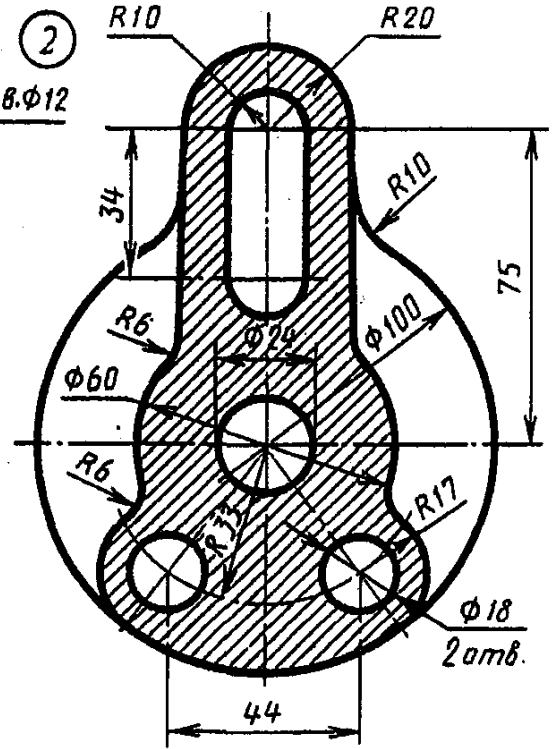


Важіль

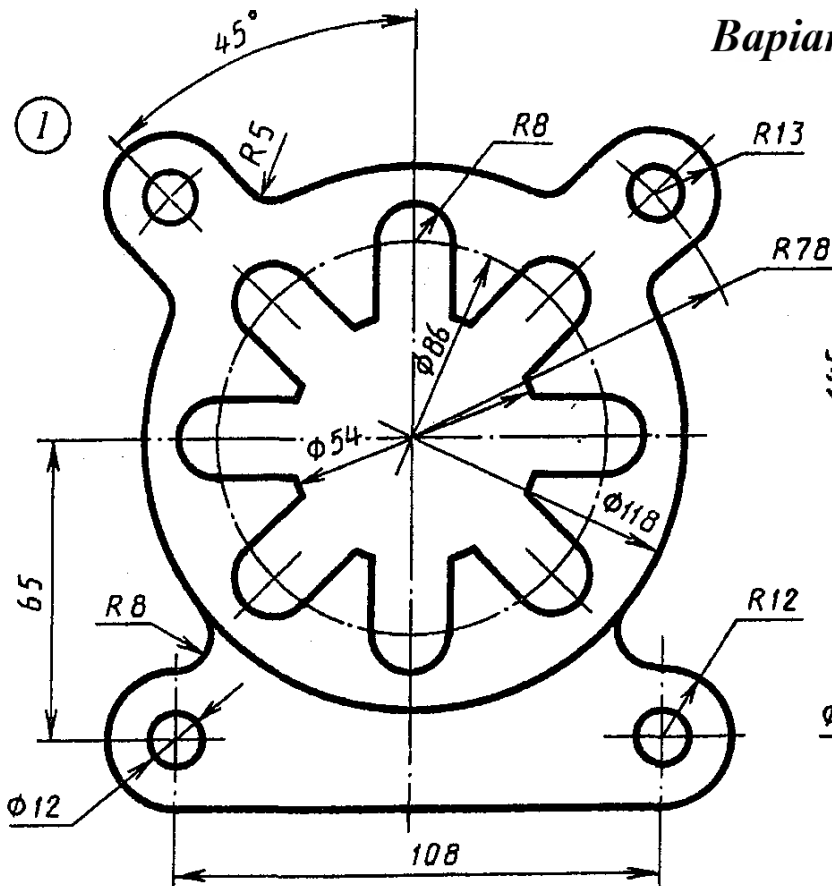


Кришка

Варіант 9

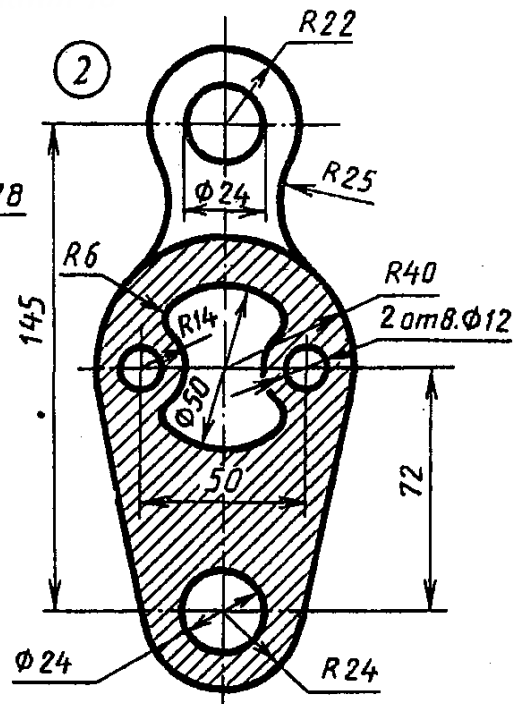


Циліндр



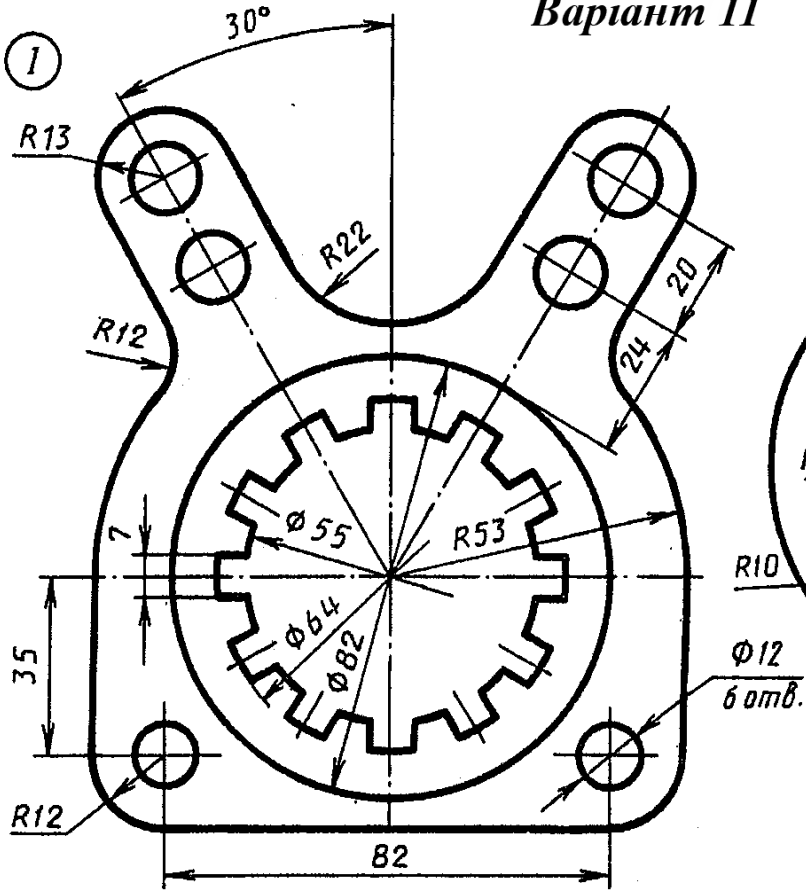
Розетка

Варіант 10

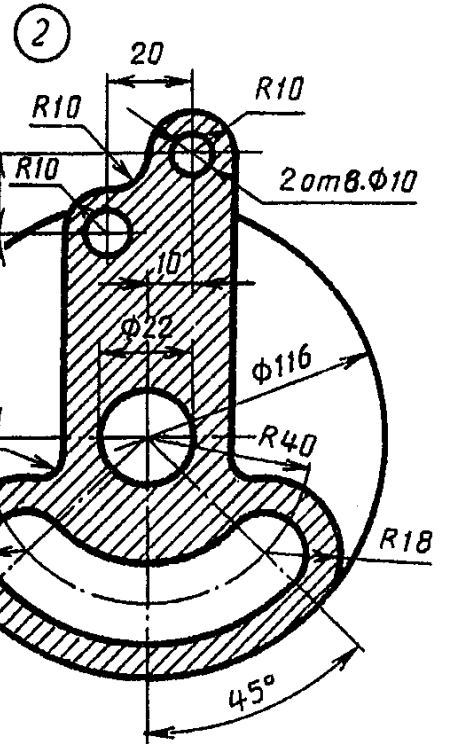


Підвіска

Варіант 11

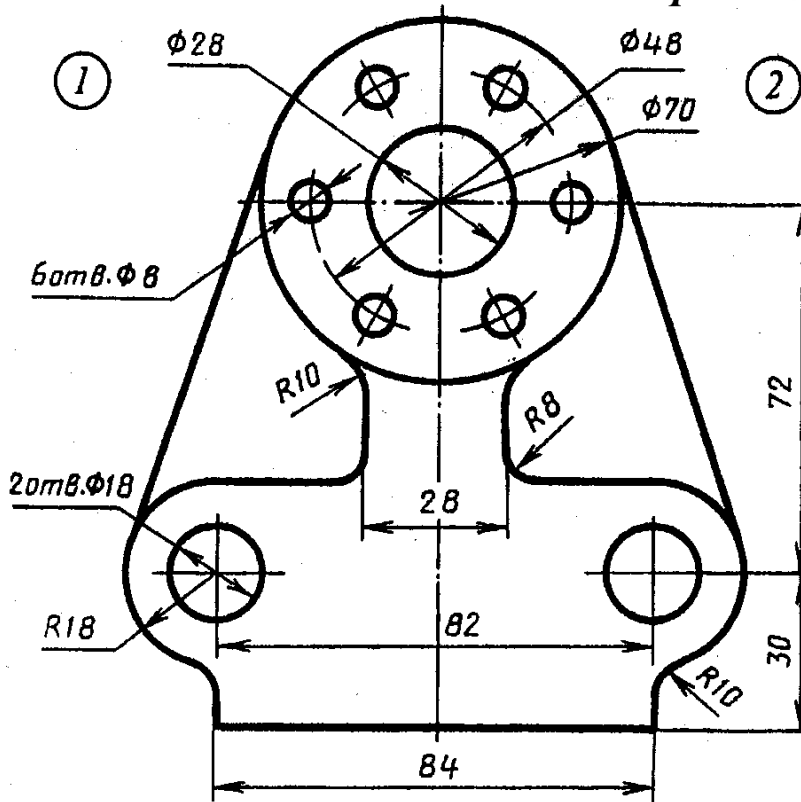


Вилка

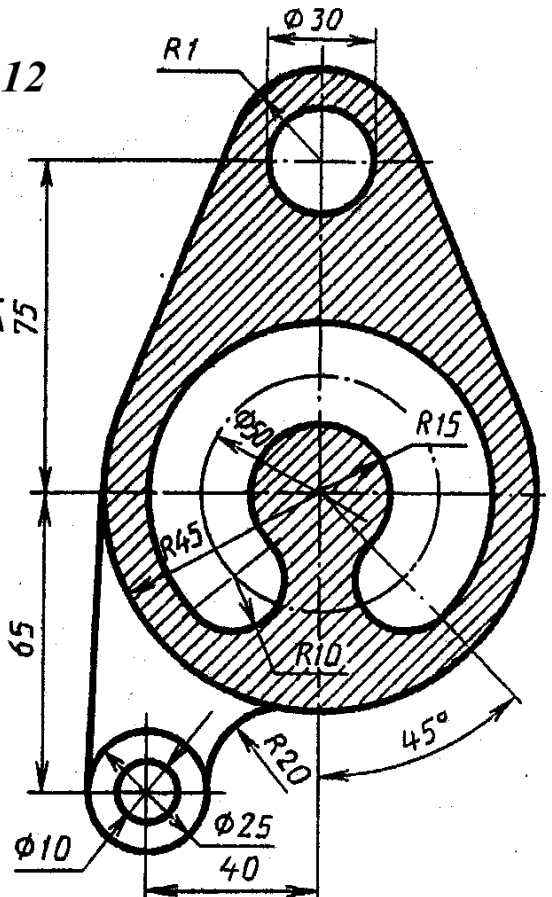


Патрон

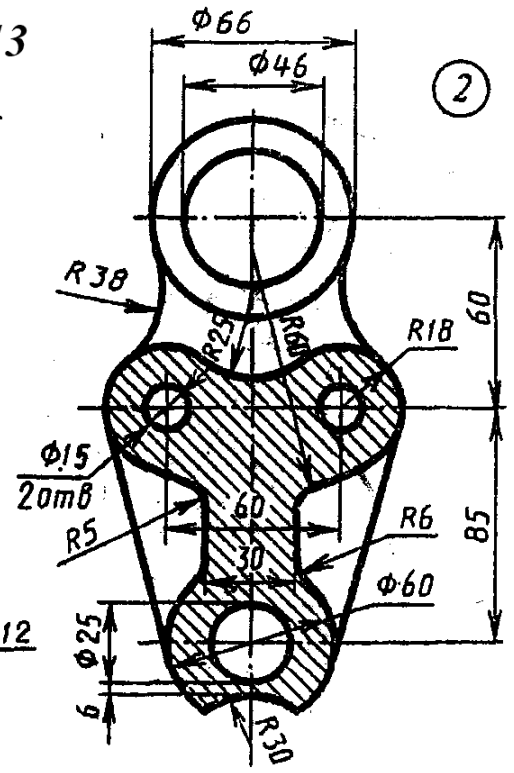
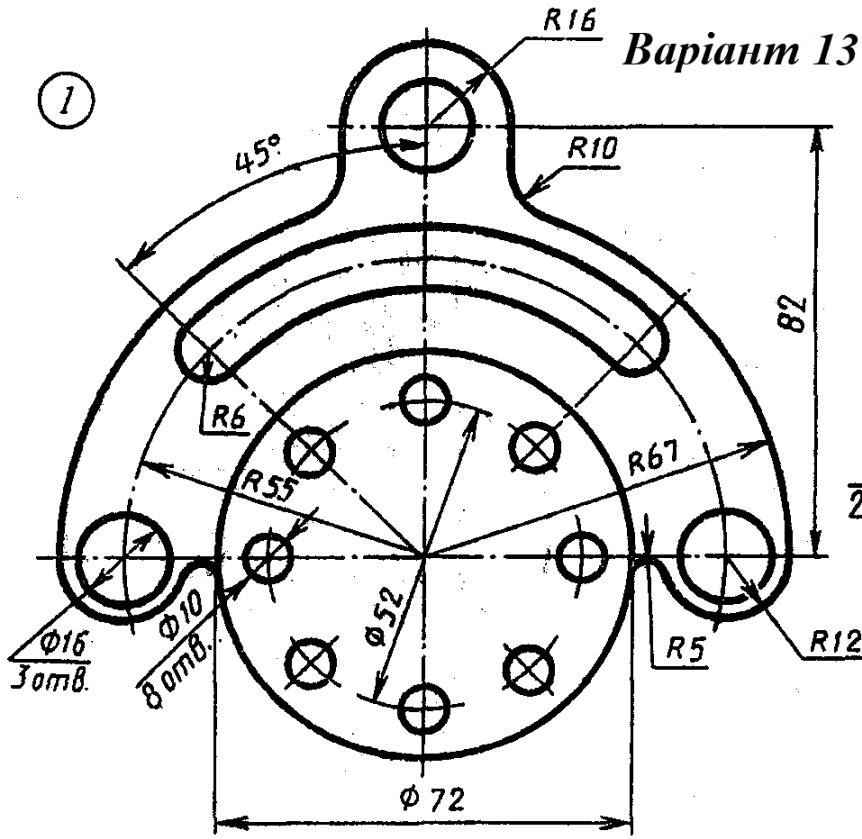
Варіант 12



Стійка



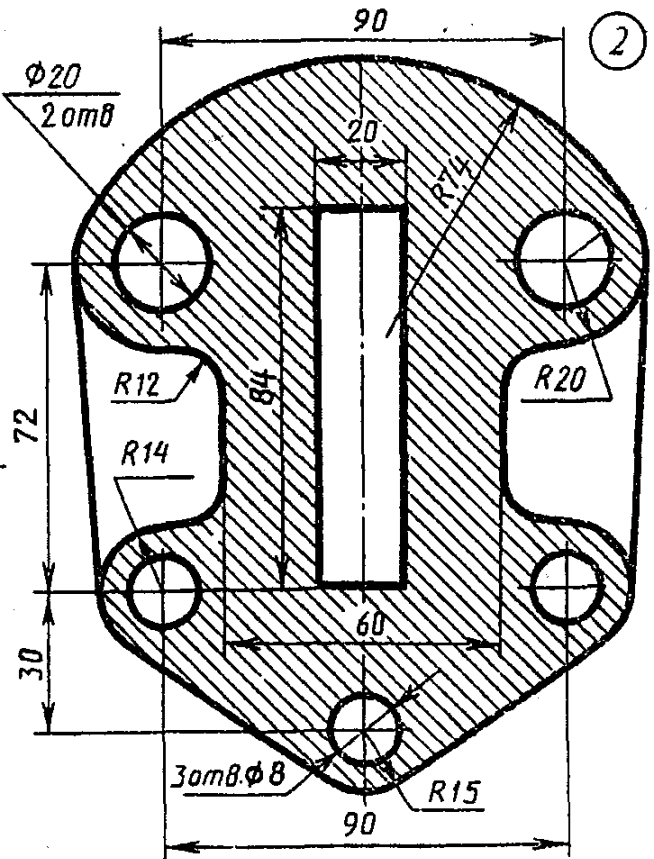
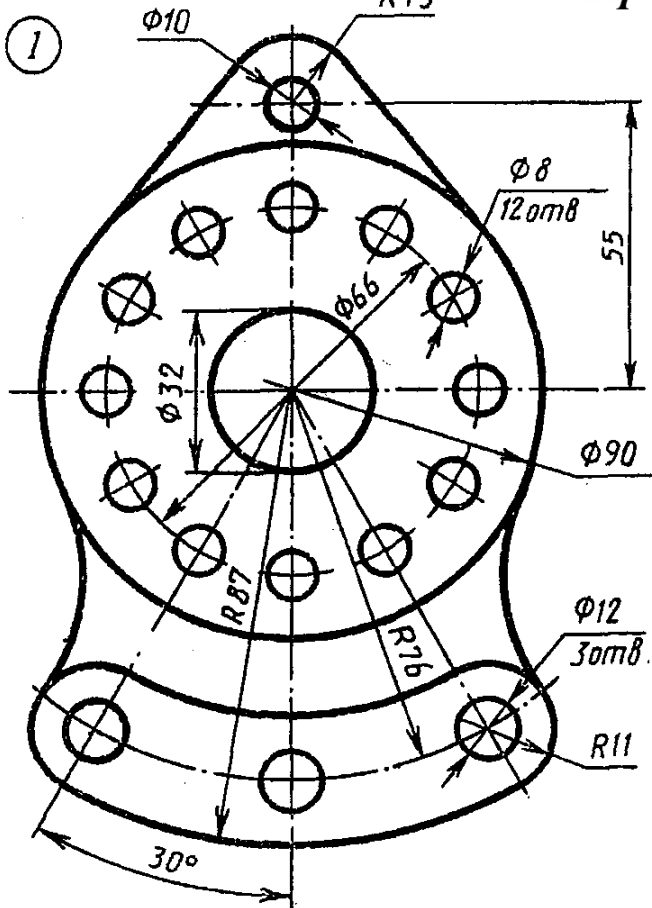
Важіль



Фланець

Кондуктор

Варіант 14



Завіска

Корпус

Контрольні запитання

1. Що таке цифровий прототип?
2. Чи потрібно реєструватись на сайті? Чому?
3. Назвіть термін дії студентської ліцензії?
4. Чим відрізняється професійна програма від студентської?
5. Що таке проект?
6. Чи є українська версія програми?
7. Які стандарти підтримує Autodesk Inventor Professional 2017?
8. З якими одиницями вимірювання працює Autodesk Inventor Professional 2017?
9. Що таке геометричні залежності?
10. Для чого використовувати геометричні залежності?
11. Що таке параметричний ескіз?
12. Чим відрізняється параметричний ескіз від статичного?

Перелік посилань

1. Зиновьев Д. В. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. 2-е изд. / под ред. Азанова М. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 256 с.
2. Боголюбов С.К. Индивидуальные задания по курсу черчения: Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. 3-е изд., стереотипное. Перепечатка со второго издания 1994 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 368 с.

