

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Д. С. Гриценко

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра
за освітньою програмою «Інжиніринг поліграфічних систем»
спеціальності G11 Машинобудування (G11.03 Технологічні машини і обладнання)

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2026

Рецензент

Чепурна К. О., канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри технології поліграфічного виробництва

Відповідальний
редактор

Зенкін М. А., д-р техн. наук, професор

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 8 від 04.06.2026 р.)
за поданням Вченої ради НН ВПІ
(протокол № 11 від 25.05.26 р.)*

У навчальному посібнику наведено перелік та рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методологія проектування». Запропоновані завдання сприяють використанню набутих теоретичних знань, формуванню практичних навичок створення 3D-моделей деталей, параметричного моделювання (iPart), побудови асоціативних креслеників згідно зі стандартами ЄСКД/ДСТУ, нанесення текстових та графічних зображень на поверхні, а також застосування топологічної оптимізації для зменшення маси виробів із збереженням міцнісних характеристик. Опанування цих інструментів дозволяє студентам інженерних спеціальностей ефективно використовувати сучасні CAD-технології в процесі конструкторської діяльності та підготовки технічної документації.

Навчальний посібник призначений для здобувачів ступеня магістра, які навчаються за спеціальністю G11 Машинобудування (G11.03 Технологічні машини і обладнання). Посібник також буде корисним для студентів інших спеціальностей та викладачів, які цікавляться питаннями проектування в сучасному машинобудуванні засобами комп'ютерної програми Autodesk Inventor.

Реєстр. № 25/26-491. Обсяг 1,5 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© Д. С. Гриценко
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ПРОЄКТУВАННЯ ВАЛА ТА СТВОРЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕНИКА В AUTODESK INVENTOR.....	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ПОБУДОВА 3D-МОДЕЛІ ТА СТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ЗІ СКЛАДНИМИ РОЗРІЗАМИ В СЕРЕДОВИЩІ AUTODESK INVENTOR.....	11
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 СТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ДЕТАЛІ (IPART) ТА ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА РІЗНІ ВИКОНАННЯ В AUTODESK INVENTOR	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 СТВОРЕННЯ 3D-РЕЛЬЄФІВ ТА НАНЕСЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ПОВЕРХНІ В AUTODESK INVENTOR	23
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ «ГЕНЕРАТОР ФОРМ» (SHAPE GENERATOR) В AUTODESK INVENTOR.	28
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	34

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Методологія проєктування» є обов'язковою (нормативною) професійно-орієнтованою в підготовці магістрів за спеціальністю G11 Машинобудування (G11.03 Технологічні машини і обладнання) освітньої програми «Інжиніринг поліграфічних систем». Освітньою програмою передбачено виконання лабораторних робіт з метою застосування набутих теоретичних знань для вирішення практичних задач, а отже закріплення і поглиблення знань, отриманих студентами під час вивчення цієї дисципліни.

Запропонований цикл лабораторних робіт призначений сприяти поглибленню та закріпленню набутих знань, умінь і навичок з використання сучасної методології тривимірного моделювання, методів параметричного проєктування, прийомів роботи з комп'ютерною технікою та інформаційними технологіями (зокрема, програмним комплексом Autodesk Inventor) при створенні деталей, складальних одиниць та конструкторської документації, ефективного використання широкого спектру інструментів для топологічної оптимізації, нанесення зображень та рельєфів, а також застосування сучасних світових концепцій автоматизованого проєктування в машинобудуванні.

У процесі виконання завдань лабораторних робіт студенти отримають досвід самостійного застосування аналітичного підходу та прийняття рішень для виконання поставлених задач із використанням CAD-технологій, зокрема:

- побудови 3D-моделей деталей за креслениками та реальними об'єктами;
- створення параметричних сімейств деталей (iPart) із різними конфігураціями;

- оформлення асоціативних креслеників згідно зі стандартами ЄСКД/ДСТУ (розрізи, перерізи, виносні елементи, допуски, шорсткість);
- нанесення графічних зображень (деколей) та 3D-рельєфів (текст, логотипи) на криволінійні поверхні;
- проведення топологічної оптимізації форми деталей за допомогою модуля «Генератор форм» (Shape Generator) із заданням навантажень та обмежень для зменшення маси при збереженні міцності.

Отримані практичні навички та знання під час виконання циклу лабораторних робіт з дисципліни можна використовувати в подальшому під час проходження переддипломної практики, виконання курсових та дипломних проєктів, а також у професійній діяльності після завершення навчання на підприємствах машинобудівної галузі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ПРОЄКТУВАННЯ ВАЛА ТА СТВОРЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕНИКА В AUTODESK INVENTOR

Мета роботи: Опанування методики створення деталей із залежними розмірами за допомогою модуля проєктування валів у середовищі збірки та оформлення конструкторської документації.

Обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер, ПЗ Autodesk Inventor.

Завдання

1. Створити файл нової збірки та зберегти його.
2. Спроєктувати вал за допомогою генератора (модуля проєктування валів).
3. Доопрацювати 3D-модель у середовищі деталі.
4. Оформити кресленик.

Приклад виконання роботи знаходиться за посиланням:

<https://www.youtube.com/watch?v=6DGw3fEgXuk>

Порядок виконання роботи

1. Підготовчий етап та створення збірки

1. Запустіть програму Autodesk Inventor та створіть новий проєкт із назвою "Лабораторна робота 3 Модуль вали", розмістивши його у відповідному каталозі.
2. У налаштуваннях проєкту відредагуйте шлях для збереження стандартних компонентів та встановіть кількість збережених копій попередніх версій файлів на рівні 3.
3. Створіть файл нової збірки, оскільки модулі проєктування додаткових компонентів працюють саме в цьому середовищі.

4. Збережіть створену збірку під назвою "Вал-01" перед початком використання генератора.

2. Проєктування вала за допомогою генератора

1. Перейдіть на вкладку "Проєктування" та викличте інструмент "Вал" (модуль проєктування валів).
2. Клацніть у будь-якому місці робочого простору, щоб попередньо розмістити компонент, після чого позиціонуйте його, наклавши залежності суміщення по трьох базових площинах (наприклад, XY та YZ) між валом та збіркою.
3. Викличте функцію "Редагувати за допомогою майстра проєктування", натиснувши на вал правою кнопкою миші, та видаліть усі існуючі за замовчуванням ступені вала, окрім першої.
4. **Побудова першої ступені:** Створіть циліндричну ступінь діаметром 30 мм і довжиною 40 мм. Додайте до неї елемент "Ключ" (лиски) на всю довжину (40 мм) із товщиною (розміром) 25 мм. Додайте ще один такий самий елемент "Ключ", повернувши його на 90 градусів за допомогою параметра "Альфа", щоб утворити квадратний профіль. Додайте на край ступені фаску розміром 1 мм.
5. **Побудова другої ступені:** Створіть наступну циліндричну ступінь діаметром 40 мм і довжиною 60 мм. Додайте на цій ступені канавку під вихід шліфувального круга типу "А" шириною 3 мм.
6. **Побудова третьої ступені:** Створіть циліндричну ступінь діаметром 60 мм і довжиною 80 мм. Вставте шпоночну канавку за стандартом ГОСТ чи ISO довжиною 50 мм на відстані 15 мм від другого (правого) ребра ступені. Задайте фаски розміром 2 мм з обох боків цієї ступені.
7. Збережіть згенерований вал у папку робочого проєкту.

3. Доопрацювання 3D-моделі в середовищі деталі

1. Відкрийте згенерований вал в окремому вікні як деталь для додавання тих елементів, які неможливо створити в генераторі.

2. Змініть візуальне відображення матеріалу деталі на "Високоміцна сталь".
3. Використовуючи інструмент "Спряження", додайте галтелі радіусом 1 мм на переходах між ступенями вала.
4. Додайте спряження радіусом 0,5 мм по внутрішньому контуру шпоночного паза.
5. Для створення радіальних отворів побудуйте нову робочу площину, дотичну до циліндричної поверхні другої ступені та паралельну горизонтальній базовій площині.
6. Створіть ескіз на побудованій площині та розмістіть точку на відстані 30 мм від краю ступені по центру.
7. Створіть отвір із прив'язкою до точки діаметром 10 мм і глибиною 6 мм, задавши для нього фаску.
8. Застосуйте інструмент "Круговий масив" до створеного отвору, щоб розмножити його до 4 елементів по колу на 360 градусів.
9. Приберіть видимість допоміжної робочої площини та збережіть деталь.

4. Оформлення робочого кресленника

1. Відкрийте властивості документа (iProperties) деталі. Вкажіть найменування "Вал", компанію "НТУУ КПІ імені Ігоря Сікорського", введіть шифр проекту та своє прізвище у графі "Перевірів".
2. Створіть новий кресленик формату A3 за стандартом ЕСКД.
3. Розмістіть базовий вид вала у масштабі 1:1 таким чином, щоб найтонша ступінь знаходилася зліва, а найтовща — справа, що відповідає правилам закріплення деталі у токарному верстаті.
4. Розмістіть ізометричний (3D) вид деталі у вільному місці формату.
5. Створіть місцевий розріз на головному виді для демонстрації глибини шпоночного паза, використовуючи замкнений сплайн.
6. Створіть три перерізи деталі: по ділянці з квадратом, по осі радіальних отворів та по шпоночному пазу.

7. Перейдіть до налаштувань основного напису та змініть матеріал деталі на "Сталь 45".
8. За допомогою вкладки "Пояснення" нанесіть осьові лінії на всі види та перерізи. Для шпоночного паза скористайтеся функцією "Автоматична осьова лінія".
9. Проставте габаритний розмір довжини вала (180 мм) та розміри довжини кожної ступені (80 мм, 60 мм, 40 мм).
10. Проставте діаметральні розміри ступеней (60 мм, 40 мм, 30 мм).
11. Створіть виносний елемент у масштабі 4:1 для відображення розмірів канавки під вихід шліфувального круга.
12. Нанесіть розміри фасок (наприклад, $1 \times 45^\circ$, $2 \times 45^\circ$), радіусів спряжень ($R1$, $R0.5$), розміри шпоночного паза та характеристики радіальних отворів (4 отв. $\varnothing 10$).
13. Додайте допуски та посадки до розмірів, наприклад, вкажіть посадку G6 для відповідної ступені вала.
14. Нанесіть позначення шорсткості поверхонь: загальну шорсткість Ra 3,2 у правому верхньому куті, Ra 1,6 для поверхонь, що підлягають шліфуванню, та Ra 2,5 для шпоночного паза.
15. Визначте базові поверхні (наприклад, базу "I") та проставте допуски форми і розташування: биття, соосність, перпендикулярність та циліндричність.
16. Перевірте правильність оформлення, перемістіть розміри для уникнення їх перетину та збережіть кресленик.

5. Звітність: Надішліть архів викладачу через визначений канал зв'язку (Telegram/Moodle).

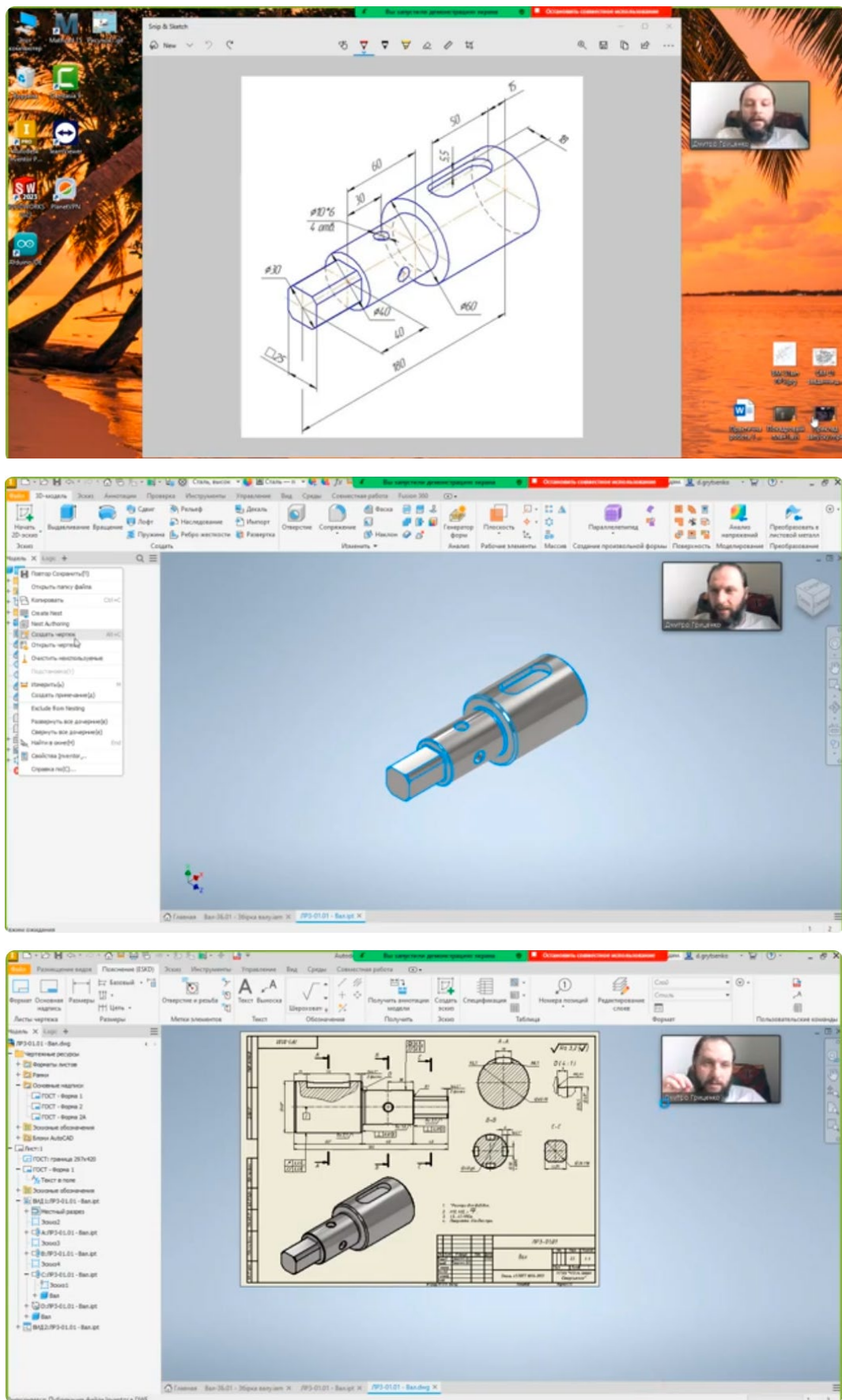


Рис. 1. Приклад завдання, спроектованої 3D моделі та оформленого робочого кресленика в середовищі Autodesk Inventor до лабораторної роботи №1

Контрольні запитання:

1. Чому створення вала в Autodesk Inventor потрібно виконувати в середовищі збірки, а не в середовищі деталі? Яке призначення попереднього збереження файлу збірки перед запуском генератора «Вал»?
2. Опишіть, як за допомогою інструмента «Ключ» у модулі проєктування валів отримати квадратний профіль на першій ступені. Які параметри для цього слід задати?
3. Для чого після генерації вала його відкривають в окремому вікні як деталь? Наведіть два приклади елементів, які неможливо створити безпосередньо в генераторі валів, та опишіть спосіб їх додавання.
4. Які вимоги до розташування базового виду вала на кресленику формату А3 згідно із завданням? Чому обрано саме таку орієнтацію (найтонша ступінь зліва, найтовща – справа)?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ПОБУДОВА 3D-МОДЕЛІ ТА СТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНОГО КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ЗІ СКЛАДНИМИ РОЗРІЗАМИ В СЕРЕДОВИЩІ AUTODESK INVENTOR

Мета роботи: Оволодіння навичками створення тривимірних моделей за двома проєкціями, побудови розрізів (чверті, поєднання половини вигляду з половиною розрізу) та оформлення конструкторської документації згідно зі стандартами ДСТУ (ЄСКД).

Обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер, ПЗ Autodesk Inventor.

Завдання

1. За двома даними проєкціями побудувати 3D деталь.

2. Створити виріз чверті 3D деталі, як показано на схемі.
3. Зробити кресленик деталі у трьох проєкціях із застосуванням розрізів, які показані на схемі.
4. Нанести розміри.
5. Зробити ізометричну проєкцію створеної 3D моделі з вирізом передньої чверті.

Примітка: приклад назви деталі наведено знизу схеми у кожному варіанті.

Приклад виконання роботи знаходиться за посиланням:

<https://www.youtube.com/watch?v=zxEh90R2fmo>

Порядок виконання роботи

1. Підготовчий етап та організація проєкту

1. **Запуск програми:** Відкрийте Autodesk Inventor.
2. **Створення проєкту:**
 - Перейдіть у меню «Проекти» (Projects). Створіть новий однокористувацький проєкт.
 - Назва проєкту: LR_3_[Прізвище].
 - Шлях: створіть окрему робочу папку (наприклад, Лабораторна робота 3).
3. **Налаштування бібліотек:** Для коректного збереження стандартних виробів у папці проєкту створіть підпапку з назвою SD. У налаштуваннях проєкту вкажіть шлях до неї (використовуючи відносний шлях ./SD).
4. **Створення файлу деталі:** Створіть новий файл деталі (.ipt) на основі метричного шаблону.

2. Геометричний аналіз та стратегія моделювання

1. **Аналіз вихідних даних:** Ознайомтеся з двома наданими проєкціями деталі (на прикладі — «Кронштейн»).

2. **Визначення симетрії:** Оскільки деталь має повну симетрію відносно двох площин, початок координат слід розмістити в геометричному центрі основи деталі.
3. **Вибір головного профілю:** Для даної деталі найефективнішим є створення основного контуру на виді зліва (площина YZ) з наступним симетричним видавлюванням.

3. Побудова 3D-моделі деталі

1. Створення базового ескізу:

- Оберіть площину YZ. Побудуйте профіль деталі, використовуючи інструменти «Лінія» та «Дуга».
- Обов'язково накладіть геометричні залежності (горизонтальність, вертикальність, симетричність) та проставте розміри згідно із завданням (наприклад, база 60 мм, висоти 8, 24, 45 мм, радіус R18).
- Для повної визначеності ескізу прив'яжіть його до початку координат.

2. **Базове видавлювання:** Виконайте операцію «Видавлювання» (Extrude) створеного профілю симетрично в обидві сторони на загальну довжину (наприклад, 100 мм).

3. Додавання конструктивних елементів:

- **Центральний виріз:** Створіть ескіз на середній площині (використовуйте клавішу F7 — «Розрізати модель», щоб бачити внутрішню частину). Побудуйте прямокутник (40x43 мм) та виконайте виріз «Наскрізь» в обидві сторони.
- **Нижній паз:** На нижній грані або середній площині побудуйте ескіз прямокутника (30x15 мм) для створення нижнього технологічного вирізу.
- **Центральний отвір із посадковим місцем:**
 - Створіть ескіз-точку на верхній грані.
 - Використовуйте інструмент «Отвір» (Hole). Налаштуйте комбінований отвір з цековкою.

4. **Призначення матеріалу:** У властивостях деталі оберіть матеріал (наприклад, Сталь нержавіюча).

4. Створення та оформлення креслення

1. **Створення файлу креслення:** Створіть новий файл .idw або .dwg на основі шаблону ДСТУ (формат A3).
2. **Заповнення основного напису:** У властивостях iProperties деталі вкажіть назву («Кронштейн»), організацію («НТУУ КПІ ім. І. Сікорського») та прізвище автора. Дані автоматично відобразяться в штампі креслення.
3. **Розміщення виглядів:**
 - Встановіть базовий вигляд (спереду), вигляд зверху та вигляд справа. Масштаб 1:1.
 - Вимкніть відображення невидимих ліній (для чіткості при використанні розрізів).
4. **Виконання розрізів:**
 - Оскільки деталь симетрична, на головному виді та виді зліва виконайте **поєднання половини вигляду з половиною розрізу**. Межею є вісь симетрії (штрихпунктирна лінія).
 - Використовуйте інструмент «Місцевий розріз» (Breakout): побудуйте замкнений контур (прямокутник) в ескізі вигляду та вкажіть глибину розрізу до центру деталі.
5. **Створення ізометричного вигляду з вирізом чверті:**
 - Використовуйте інструмент «Вилучений розріз» (Section) на виді зверху. Проведіть січну лінію через чверть деталі (під кутом 90° через центр).
 - Винесіть отриманий розріз за межі аркуша, а на його основі створіть «Проекційний вигляд» (ізометрію).
 - Налаштуйте штриховку: для різних частин розрізу змініть кут нахилу (наприклад, 60° та 120°), щоб підкреслити об'єм. Вимкніть позначення розрізу на базовому виді.

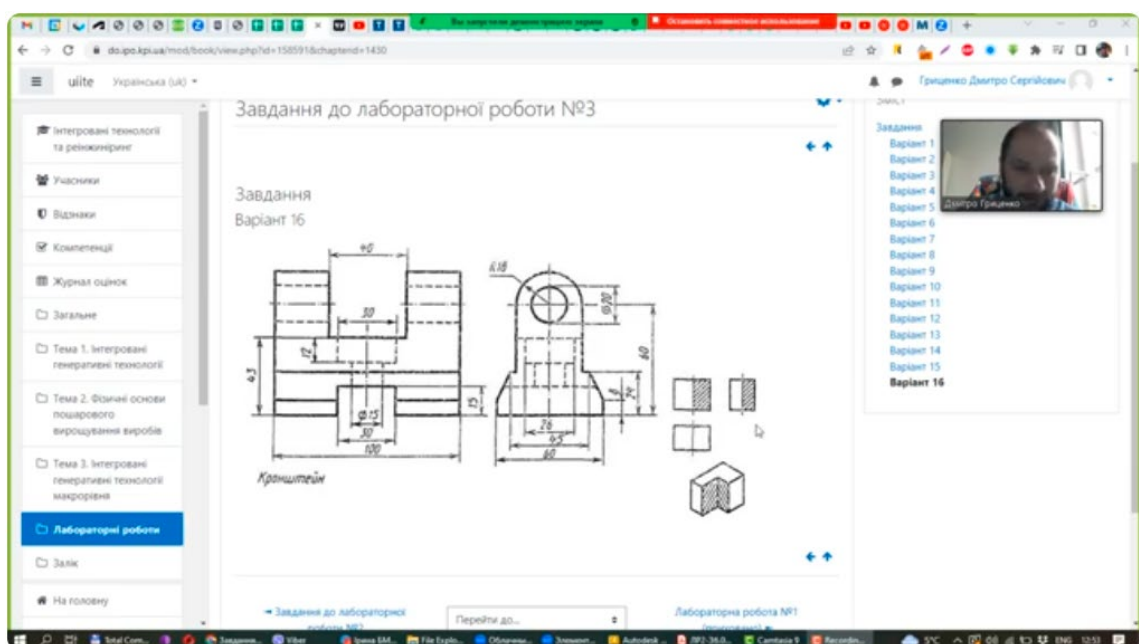
6. Нанесення розмірів та позначень:

- Нанесіть габаритні, поєднувальні та конструктивні розміри.
- Додайте знаки шорсткості поверхонь (наприклад, загальна Ra 6.3, для отворів — Ra 3.2).
- Додайте технічні вимоги (наприклад, «Розміри для довідок», «Точність за IT12»).

5. Завершення роботи та звітність

1. **Перевірка:** Впевнитися, що всі лінії переходу та осі симетрії відображені коректно.
2. **Експорт:** Збережіть креслення у форматі PDF (Файл -> Експорт -> PDF).
3. **Архівування:** Зберіть усі файли проєкту (ipt, idw/dwg, ipj, pdf та папку SD) в один ZIP-архів.
4. **Звітність:** Надішліть архів викладачу через визначений канал зв'язку (Telegram/Moodle).

Примітка: звертайте увагу на штриховку в розрізах — вона має бути однаковою для однієї деталі на всіх виглядах, крім специфічних випадків побудови ізометрії з чвертю.



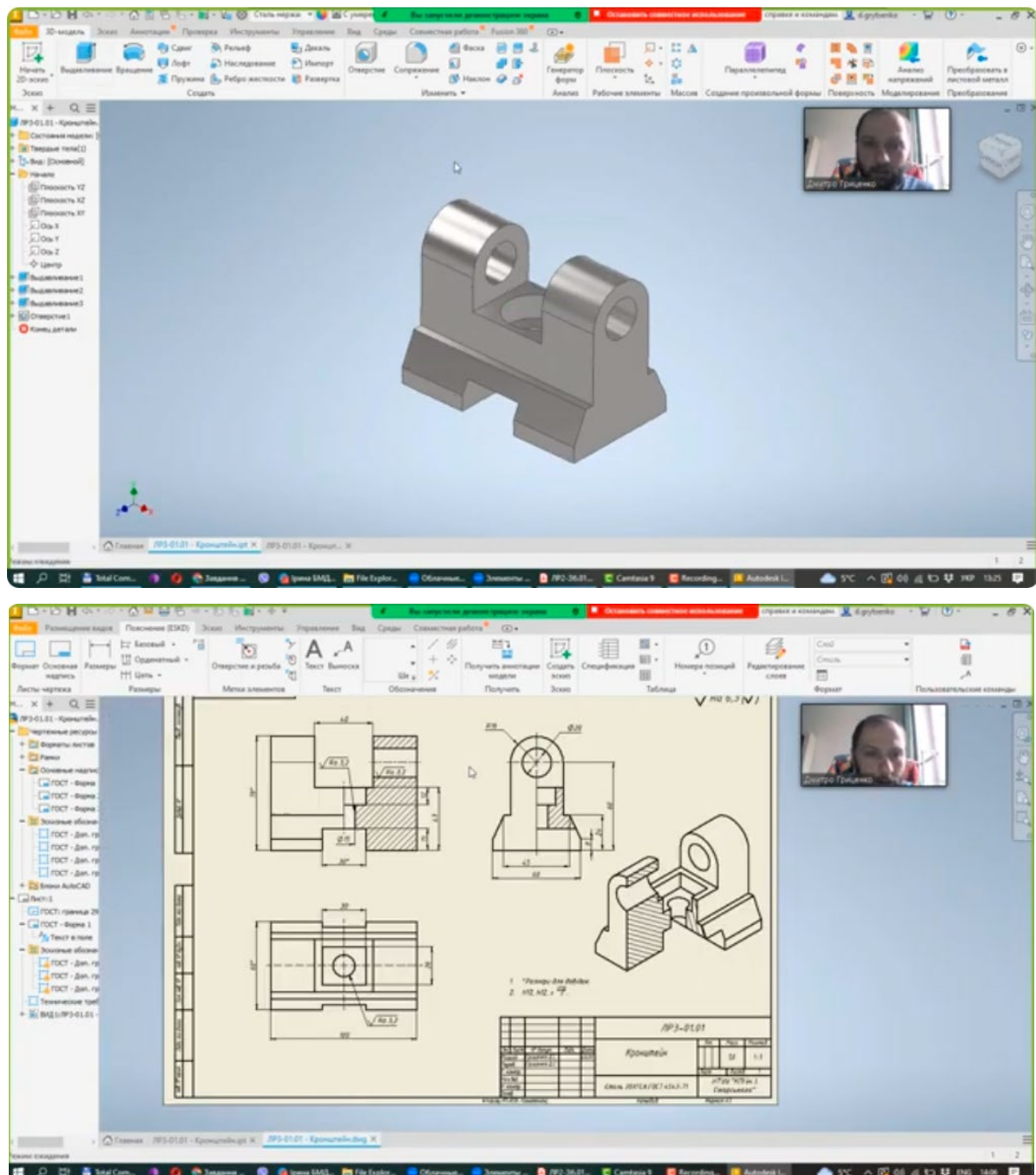


Рис. 2. Приклад завдання, спроектованої 3D моделі та оформленого робочого креслення в середовищі Autodesk Inventor до лабораторної роботи №2

Контрольні запитання:

1. Чому для створення деталі «Кронштейн» було обрано побудову базового ескізу на площині YZ (вид зліва) з подальшим симетричним видавллюванням, а не на площині XY (вид зверху)? Які геометричні особливості деталі обумовлюють таку стратегію моделювання?

2. Опишіть послідовність дій для створення на кресленику поєднання половини виду з половиною розрізу для симетричної деталі. Якою лінією має бути розмежована ця частина і чому?
3. Як у середовищі Autodesk Inventor створити ізометричний вигляд деталі з вирізом передньої чверті? Які інструменти для цього використовуються і чому в такому розрізі штриховку сусідніх частин виконують з різними кутами нахилу (наприклад, 60° та 120°)?
4. Назвіть мінімум три конструктивні елементи деталі, які в цій роботі було створено за допомогою інструменту «Отвір» (Hole) з налаштуванням комбінованого отвору (прямокутне гніздо + наскрізний отвір). Які розміри були задані для кожного з них згідно з прикладом?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

СТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ДЕТАЛІ (IPART) ТА ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА РІЗНІ ВИКОНАННЯ В AUTODESK INVENTOR

Мета: Опанувати методику параметричного моделювання, що дозволяє на базі однієї 3D-моделі створювати кілька конфігурацій (виконань) деталі шляхом зміни розмірів та придушення конструктивних елементів, а також розробити робочі кресленики для кожної конфігурації.

Обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер, ПЗ Autodesk Inventor.

Завдання

1. За заданим варіантом завдання створити 3D деталь.
2. Створити параметричну деталь.
3. Створити додатково два варіанти параметричної деталі.
4. У параметричних варіантах прибрати елементи та додати додаткові елементи.
5. Зробити 3 кресленика варіантів параметричної деталі.

6. Нанести розміри та необхідні розрізи.
7. Зберегти всі файли проєкту в архів (в назві якого в кінці написати своє прізвище) та відправити викладачу в Telegram.

Приклад виконання роботи знаходиться за посиланням:

<https://youtube.com/watch?si=zlwrpPUh55kyOs98&v=yQecz8fU0NU>

Порядок виконання роботи

1. Налаштування проєкту

1. Створіть новий проєкт в Autodesk Inventor під назвою "Параметрична деталь" та розмістіть його у відповідній робочій папці.
2. У папці проєкту створіть підкаталог (наприклад, .\std) для збереження стандартних виробів, якщо це передбачено налаштуваннями.
3. Створіть новий файл деталі для початку моделювання.

2. Побудова базової 3D-моделі (Конфігурація 1)

1. Виберіть центральну площину (наприклад, фронтальну) та створіть на ній ескіз базового профілю.
2. Застосуйте інструмент "Видавити" (Extrude) із параметром симетрії (в обидві сторони від центральної площини) на загальну відстань 50 мм.
3. Створіть новий ескіз на тій самій центральній площині, увімкніть розріз моделі (F7) для зручності та намалюйте прямокутник розміром 29x30 мм на відстані 11 мм від верхнього краю. Видавіть цей контур як симетричний виріз через усю деталь.
4. На верхній грані деталі створіть ескіз із колом діаметром 40 мм та видавіть його вгору на висоту 30 мм, утворюючи циліндричну бобишку.

3. Налаштування властивостей деталі (iProperties)

1. Відкрийте властивості документа (iProperties) деталі.
2. На вкладці "Документ" або "Проєкт" вкажіть найменування "Корпус", організацію "КПІ імені Ігоря Сікорського", а також базове позначення (наприклад, 5-01.01).

3. У графі "Перевірів" вкажіть прізвище викладача (наприклад, Гриценко).
4. Призначте деталі матеріал "Сталь високоміцна" (High Strength Steel).
Збережіть файл.

4. Створення таблиці параметричної деталі (iPart)

1. Перейдіть на вкладку "Управління" (Manage) та викличте інструмент "Створити параметричну деталь" (Create iPart).
2. У вікні, що з'явиться, створіть три рядки для трьох різних виконань деталі.
3. Налаштуйте стовпці таблиці: додайте параметри "Позначення" (Part Number) та "Найменування" (Description). Встановіть стовпець "Елемент" (Member) як ключовий ключ для ідентифікації.

4. Формування виконань у таблиці:

1. **Рядок 1 (Основне виконання):** Найменування — "Корпус основний", Позначення — базова назва без індексів. Усі елементи видавлювання розраховуються.
2. **Рядок 2 (Заготовка):** Найменування — "Корпус заготовка", Позначення — додайте індекс -01. Знайдіть у таблиці стовпці елементів "Видавлювання 2" (прямокутний виріз) та "Видавлювання 3" (циліндр) і встановіть для них значення "Подавити" (Suppress).
3. **Рядок 3 (Додаткове виконання):** Найменування — "Корпус додатковий", Позначення — додайте індекс -02. У цьому виконанні змініть розміри (наприклад, діаметр верхнього циліндра зменште до 34 мм, розмір вирізу — 20x19 мм).
5. **Доопрацювання додаткового виконання:** Вибравши в дереві побудови активацію третього елемента (редагувати елемент, а не сімейство), додайте наскрізний центральний отвір діаметром 20 мм та фаски 2x45°. Ці нові елементи автоматично додадуться в таблицю параметризації і будуть подавлені для перших двох конфігурацій.

Примітка: Редагувати параметричну таблицю можна також шляхом її вивантаження в Microsoft Excel для зручнішого копіювання даних та переміщення стовпців. Збережіть деталь.

5. Оформлення конструкторської документації

1. Кресленик "Корпус основний":

1. Створіть новий кресленик формату .dwg за стандартом.
2. Розмістіть види (головний, вигляд збоку) та ізометрію у масштабі 1:1. Переконайтеся, що на вкладці "Модель" вибрано конфігурацію "Корпус основний".
3. Створіть місцевий розріз (піввигляд-піврозріз) для демонстрації внутрішніх контурів.
4. Нанесіть осьові лінії (одинарні та центрові маркери).
5. Проставте всі необхідні лінійні та діаметральні розміри (використовуючи інструмент "Ланцюг" за потреби).
6. Вкажіть загальну шорсткість поверхні Ra 3.2 та технічні вимоги (наприклад, точність за 12-м квалітетом).
7. Перевірте заповнення основного напису (матеріал "Сталь 45" тощо). Збережіть кресленик та експортуйте його у формат PDF.

2. Кресленик "Корпус заготовка":

1. Використайте функцію "Зберегти як" (Save As) для попереднього кресленика та назвіть файл із суфіксом -01 корпус заготовка.
2. Відкрийте новий файл, двічі клікніть на базовий вигляд і на вкладці "Модель" змініть посилання на конфігурацію "Корпус заготовка".
3. Видаліть зайві розміри, осі та місцевий розріз, які стосувалися придушених елементів.
4. Збережіть кресленик і екпортуйте в PDF.

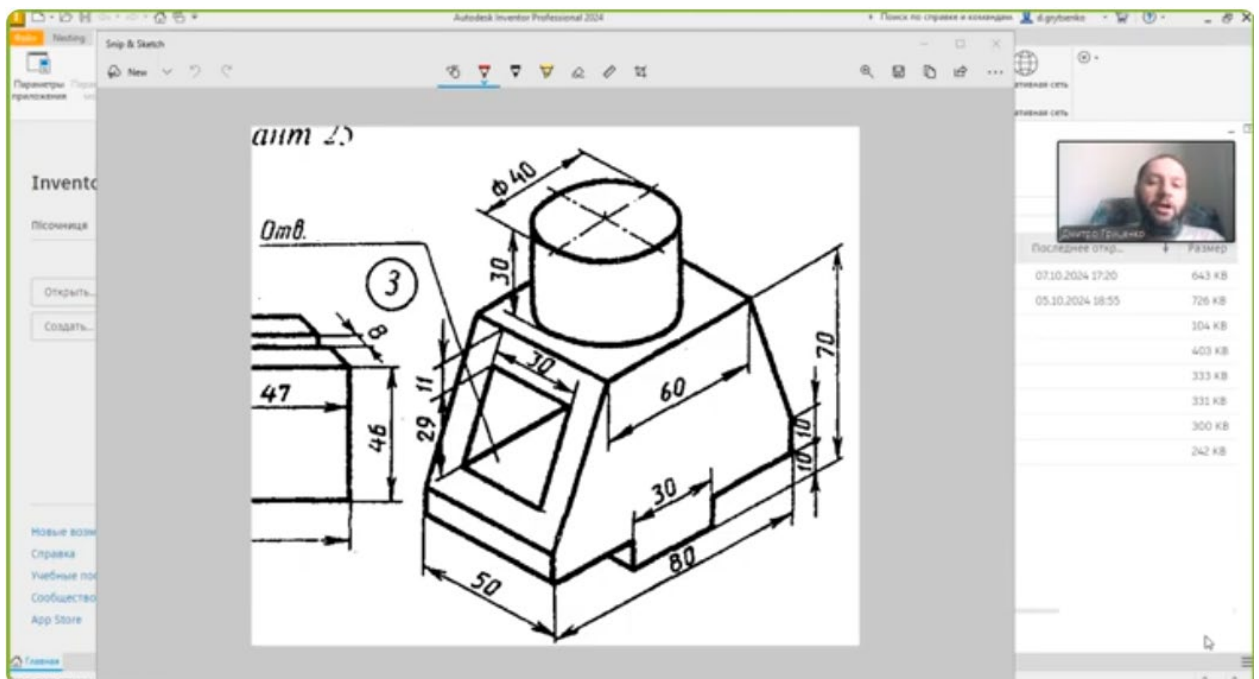
3. Кресленик "Корпус додатковий":

1. Знову виконайте "Зберегти як" з першого або другого кресленика, назвавши файл із суфіксом -02 корпус додатковий.

2. Змініть посилання моделі у властивостях вигляду на конфігурацію "Корпус додатковий".
3. Додайте розміри нових елементів (діаметр центрального отвору 20 мм, розміри фасок $2 \times 45^\circ$) та відкоригуйте положення існуючих розмірів.
4. Перевірте основний напис, збережіть кресленик та експортуйте в PDF.

6. Підготовка до задачі роботи

1. Закрийте всі файли деталей та креслеників в Autodesk Inventor.
2. Перейдіть у папку проекту. Виділіть файл проекту, папку зі згенерованими конфігураціями (зазвичай має назву базової деталі), базовий файл деталі .ipt, усі файли креслеників .dwg та експортовані файли .pdf.
3. Додайте виділені файли до ZIP/RAR архіву.
4. Назвіть архів своїм прізвищем (наприклад, Гриценко.zip).
5. Надішліть готовий архів викладачу на перевірку через Telegram.



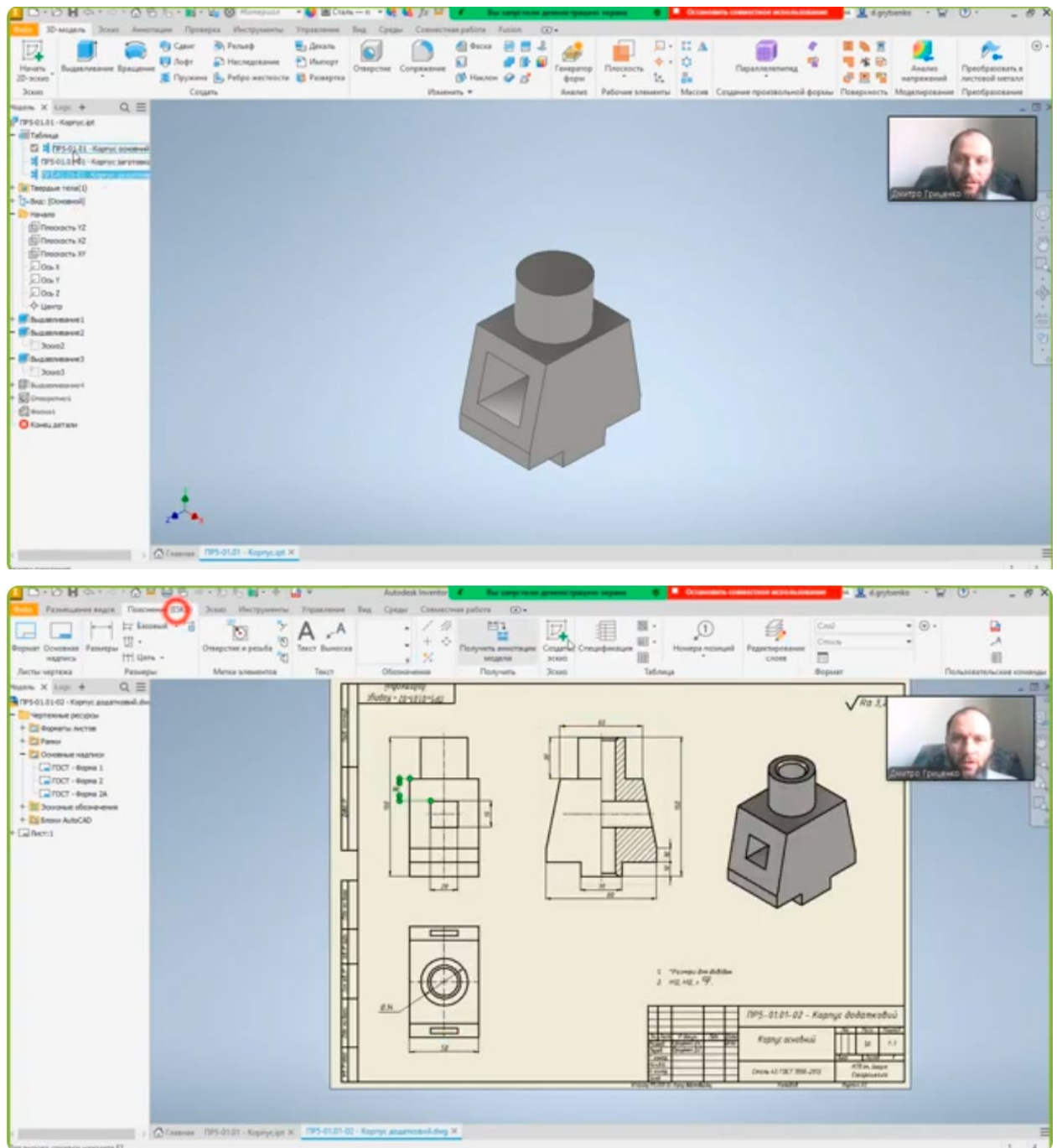


Рис. 3. Приклад завдання, спроектованої 3D моделі та оформленого робочого кресленника в середовищі Autodesk Inventor до лабораторної роботи №3

Контрольні запитання:

1. Що таке параметрична деталь (iPart) в Autodesk Inventor і для чого вона використовується? Поясніть, як у цій роботі за допомогою таблиці iPart було реалізовано три різні виконання однієї деталі («Корпус основний», «Корпус заготовка», «Корпус додатковий»).

2. Опишіть механізм придушення (Suppress) конструктивних елементів у різних виконаннях iPart. Які саме елементи було придушено для виконання «Корпус заготовка» і чому це необхідно з технологічної точки зору?
3. Як у кресленику змінити посилання з однієї конфігурації iPart на іншу (наприклад, з «Корпус основний» на «Корпус додатковий»)? Що відбувається з розмірами та видами після такої заміни і чому важливо використовувати функцію «Зберегти як» для створення окремих креслеників під кожне виконання?
4. Чому для створення додаткового виконання (з центральним наскрізним отвором діаметром 20 мм та фасками) нові елементи додавали безпосередньо в 3D-моделі після активації потрібного рядка таблиці, а не в базовій моделі? Як ці нові елементи автоматично відобразилися в таблиці iPart для інших конфігурацій?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

СТВОРЕННЯ 3D-РЕЛЬЄФІВ ТА НАНЕСЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ПОВЕРХНІ В AUTODESK INVENTOR

Мета роботи: Опанувати методику створення складних 3D-моделей на основі реальних об'єктів, навчитися працювати з інструментами нанесення тексту (3D-рельєф) та накладання графічних зображень (деколей) на поверхні деталей.

Обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер, ПЗ Autodesk Inventor, об'єкт для обміру (мобільний телефон), вимірювальний інструмент (лінійка або штангенциркуль).

Завдання

1. Створити новий проєкт та налаштувати його.

2. Використовуючи штангенциркуль та лінійку (або те що у Вас є) необхідно зробити модель свого мобільного телефону.
3. При створенні моделі, необхідно зробити скло іншим тілом.
4. На поверхню скла натягнути скрін робочого столу.
5. За допомогою операції 3D рельєфу створити написи на корпусі.

Приклад виконання роботи знаходиться за посиланням:

<https://youtube.com/watch?si=6vSuSSOmbk6AiuvA&v=4k9hUeh4JCk>

Порядок виконання роботи

1. Підготовчий етап: вимірювання розмірів об'єкта

1. Виберіть об'єкт для моделювання (власний мобільний телефон).
2. За допомогою лінійки або штангенциркуля зніміть основні габаритні розміри: довжину, ширину та товщину корпусу.
3. Виміряйте радіуси заокруглення кутів та розташування основних елементів (екран, кнопки, камери).

2. Створення базової 3D-моделі корпусу

1. Створіть новий файл деталі (.ipt) в Autodesk Inventor.
2. Створіть 2D-ескіз на площині XY. Побудуйте прямокутник зі стінками, що відповідають розмірам телефону, використовуючи опцію "Прямокутник за центром".
3. Застосуйте інструмент "**Видавлювання**" (**Extrude**) на товщину телефону.
4. Використовуючи інструмент "**Спряження**" (**Fillet**), задайте радіуси заокруглення для кутів корпусу (наприклад, 8–12 мм) та для бічних ребер (наприклад, 2–3 мм), щоб надати моделі реалістичного вигляду.
5. За потреби додайте елементи екрана та кнопок за допомогою нових ескізів та операцій видавлювання/вирізання.

3. Нанесення графічного зображення (Decal)

1. Підготуйте зображення (наприклад, логотип або шпалери робочого столу) у форматі .jpg або .png.
2. Виберіть передню панель телефону та створіть на ній новий ескіз.
3. Вставте зображення через вкладку "Вставити" -> **"Зображення"**.
Вирівняйте його за розмірами екрана. Приберіть видимість ескізу після розміщення.
4. Скористайтесь інструментом **"Поверхневий малюнок" (Decal)**:
 - Виберіть вставлене зображення.
 - Виберіть грань, на яку воно має бути нанесене.
 - Увімкніть опцію "Ланцюговий вибір" (Chain faces), якщо зображення має переходити на вигнуті поверхні.

4. Створення 3D-рельєфу (Emboss)

1. Створіть новий ескіз на задній панелі телефону або на спеціально створеній робочій площині.
2. Використовуйте інструмент **"Текст"** для написання моделі телефону або вашого прізвища. Налаштуйте шрифт, розмір та положення тексту.
3. Вийдіть з ескізу та викличте команду **"Рельєфний текст" (Emboss)**:
 - Виберіть профіль (ваш текст).
 - Оберіть тип операції: "Рельєф за профілем" (виступаючий) або "Гравіювання за профілем" (втиснутий).
 - Задайте глибину рельєфу (наприклад, 0,1–0,5 мм).
 - Виберіть напрямок та грань. Якщо поверхня вигнута, обов'язково позначте галочку **"За контуром грані" (Wrap to Face)**.

5. Візуалізація та налаштування матеріалів

1. Призначте деталі відповідні матеріали через панель фізичних властивостей (наприклад, "Полікарбонат", "Скло", "Алюміній").
2. Для окремих елементів (тексту рельєфу) змініть колір через "Властивості" для кращої видимості (наприклад, білий або металік).
3. Налаштуйте візуальний стиль **"Реалістичний"** та увімкніть тіні/відображення для фінальної демонстрації моделі.

6. Збереження результатів та звітність

1. Збережіть файл деталі під назвою ПР4_Прізвище.ipt.
2. За потреби створіть 3D PDF для інтерактивного перегляду моделі (експорт у PDF).
3. Підготуйте звіт, що містить:
 - Скріншоти базової моделі з розмірами.
 - Скріншоти етапів нанесення зображення та рельєфу.
 - Фінальний рендер моделі.

Контрольні запитання:

1. Які основні габаритні розміри та геометричні параметри необхідно виміряти на реальному мобільному телефоні перед початком моделювання? Чому точність цих вимірювань критично впливає на якість кінцевої 3D-моделі?
2. Опишіть послідовність дій для нанесення графічного зображення (Decal) на поверхню екрана моделі телефону. Який формат зображення рекомендується використовувати і для чого потрібна опція «Ланцюговий вибір» (Chain faces)?
3. Як створити 3D-рельєфний текст на вигнутій задній панелі корпусу? Поясніть призначення опції «За контуром грані» (Wrap to Face) в інструменті «Рельєфний текст» (Emboss) і що станеться, якщо її не активувати.
4. У чому принципова різниця між операціями «Поверхневий малюнок» (Decal) та «Рельєфний текст» (Emboss) у контексті цієї роботи? Як призначення різних матеріалів (наприклад, «Полікарбонат» для корпусу та «Скло» для екрана) впливає на візуальну реалістичність фінальної моделі?

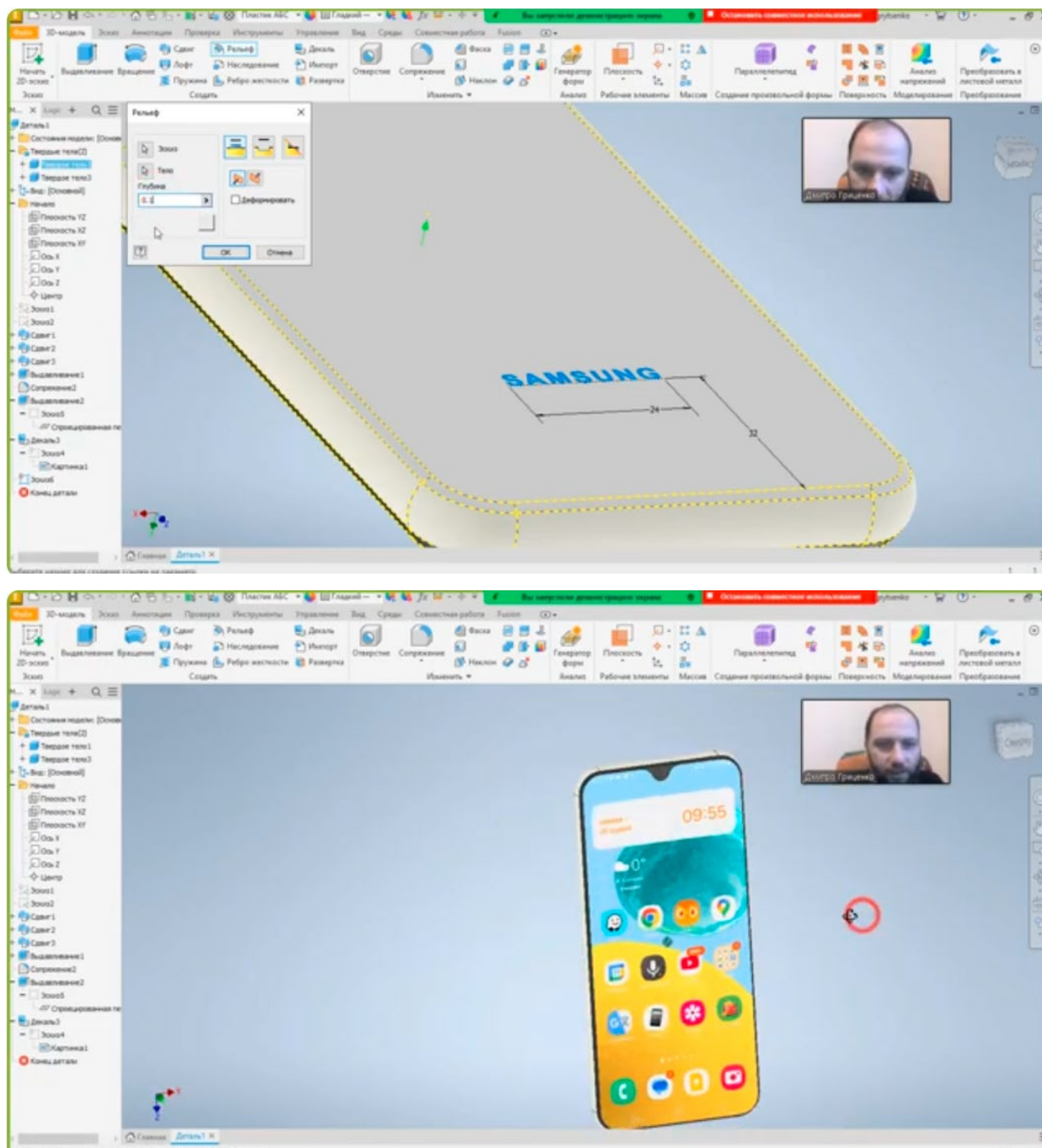


Рис. 4. Приклад спроектованої 3D моделі в середовищі Autodesk Inventor до лабораторної роботи №4

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ «ГЕНЕРАТОР ФОРМ» (SHAPE GENERATOR) В AUTODESK INVENTOR.

Мета роботи: Ознайомитися з основами топологічної оптимізації в середовищі Autodesk Inventor; навчитися проєктувати деталі з мінімальною масою при забезпеченні необхідної міцності; опанувати методику роботи з інструментами прикладання навантажень, обмежень та генерації оптимальної форми.

Обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер, ПЗ Autodesk Inventor.

Завдання

1. Створити 3D деталь згідно з завданням.
2. Налаштувати матеріал.
3. Запустити генератор форми. Зробити закріплення. Зробити навантаження. Зробити генерацію деталі зі зменшеною вагою.
4. Перенести форму в деталь і підкоригувати її.
5. Провести перевірку підкорегованої деталі на міцність. Якщо запас міцності великий провести коригування форми повторно.
6. Створити кресленик деталі.
7. Оформити кресленик деталі.
8. Вставити технічні вимоги та шорсткість.
9. Зберегти кресленик у ПДФ.
10. Заархівувати всі файли проєкту і відправити архів викладачу в Telegram.

Приклад виконання роботи знаходиться за посиланням:

<https://youtu.be/bxg1IGXtXcU?si=r1lhC4P2KCGDpMDz>

Порядок виконання роботи

1. Підготовчий етап та налаштування проєкту

1. Запустіть Autodesk Inventor. Створіть новий проєкт із назвою «Лабораторна робота_Генератор_форм».
2. У налаштуваннях проєкту вкажіть шлях до робочої папки. Обов'язково створіть підпапку .lstd для зберігання стандартних компонентів та налаштуйте шлях до неї (параметр «Бібліотеки вмісту»).
3. Створіть новий файл деталі (.ipt).

2. Побудова базової моделі (заготовки)

1. Виберіть площину для ескізу (наприклад, XY) та побудуйте контур майбутньої деталі (наприклад, кронштейн, вилка або важіль).
2. Використовуйте операцію «Видавлювання» (**Extrude**) для створення 3D-тіла.
3. **Важливо:** Обов'язково призначте деталі матеріал із бібліотеки Autodesk (наприклад, «Сталь», «Алюміній 6061»), оскільки для роботи генератора форм необхідні фізичні характеристики матеріалу (модуль Юнга, межа текучості тощо).

3. Налаштування середовища «Генератор форм»

1. Перейдіть на вкладку «Проектування» (**Design**) або «Аналіз» (**Analysis**) і виберіть інструмент «Генератор форм» (**Shape Generator**).
2. Перевірте, чи правильно призначено матеріал у налаштуваннях аналізу.

4. Визначення граничних умов (Навантаження та Залежності)

1. **Фіксація (Constraints):** Використовуйте інструмент «Залежність фіксації» (Fixed Constraint) або «Штифтова залежність» (Pin Constraint), щоб зафіксувати деталь у місцях її кріплення.
2. **Прикладання навантажень (Loads):** Виберіть інструмент «Сила» (Force) або «Тиск» (Pressure). Вкажіть грані, на які діятиме навантаження, та задайте його величину у Ньютонах (наприклад, 500 N або 1000 N).

3. **Збереження ділянок (Preserve Regions):** Виберіть інструмент «Зберегти область». Вкажіть циліндричні грані отворів або монтажні поверхні, які не повинні бути змінені генератором, оскільки вони є критичними для функціонування вузла. Вкажіть товщину зони збереження (наприклад, 5 мм).

5. Генерація форми

1. Відкрийте «Налаштування генератора форм» (Shape Generator Settings).
2. Задайте цільове зменшення маси. Зазвичай рекомендується встановити значення **50-60%** від початкової ваги.
3. Натисніть кнопку «**Сформувати форму**» (**Generate Shape**). Програма розрахує оптимальний розподіл матеріалу (сітку), де напруження є мінімальними.

6. Доопрацювання моделі за шаблоном

1. Після завершення розрахунку ви побачите «сітчасту» напівпрозору структуру поверх вашої деталі. Це орієнтир для видалення зайвого матеріалу.
2. Натисніть «**Копіювати в модель**» (**Promote Shape**), щоб сітка відображалася в основному середовищі моделювання.
3. Створіть нові ескізи на гранях деталі, повторюючи контури згенерованої сітки.
4. За допомогою операції «**Випізати**» (**Extrude -> Cut**) видаліть «зайвий» метал, наближаючи форму деталі до результатів генерації.
5. Додайте спряження (Fillet) та фаски на гострих кутах для покращення технологічності та зменшення концентрації напружень.

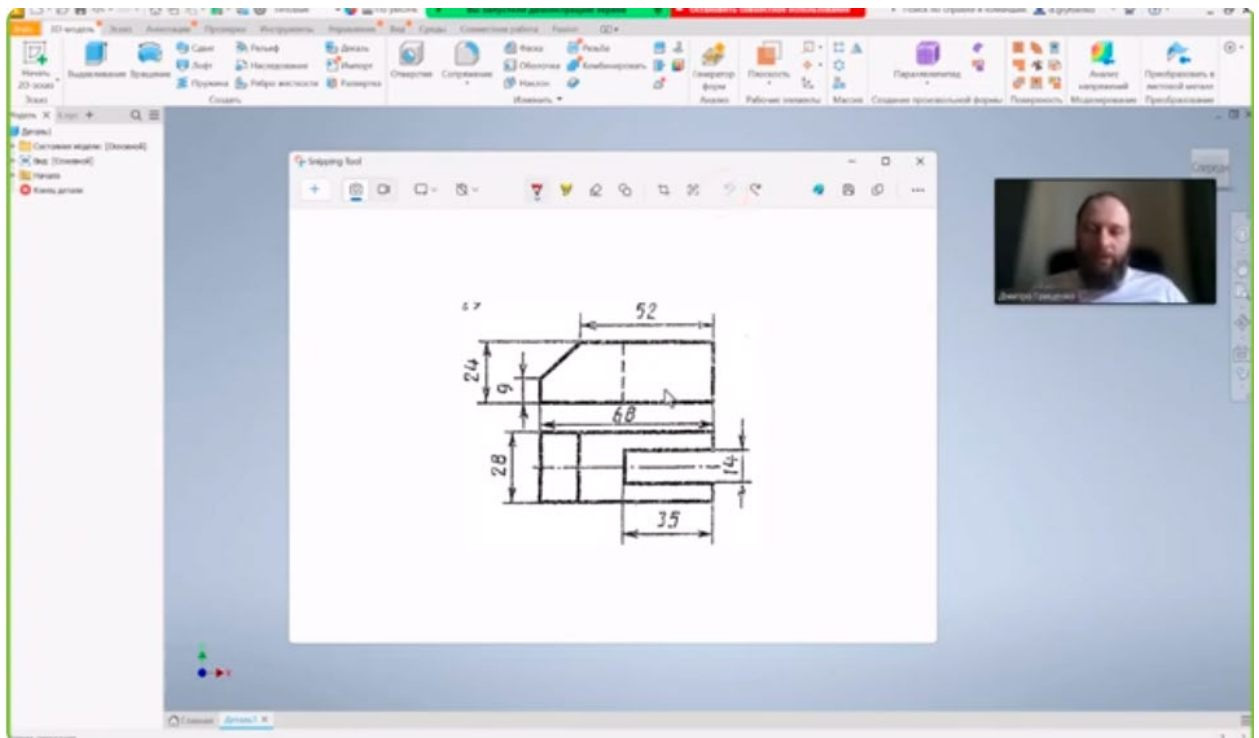
7. Оформлення документації та звіту

1. Відкрийте iProperties деталі. Заповніть вкладку «Документ»: найменування «Вилка» (або інше), організація «КПІ ім. Ігоря Сікорського», прізвище розробника.
2. Створіть робочий кресленик деталі (формат A3 або A4). Розмістіть основні види, розрізи та нанесіть габаритні розміри.

3. Додайте до кресленика ізометричний вид із відображенням зміненої геометрії.
4. Екпортуйте кресленик у формат **PDF**.

8. Завершення роботи та звітність

1. Перейдіть до папки проєкту.
2. Виділіть файл проєкту (.ipj), файл деталі (.ipt), файл кресленика (.idw або .dwg) та PDF-експорт.
3. Обов'язково додайте папку .\std та папку з результатами розрахунку (якщо вона створена програмою).
4. Сформуєте архів (ZIP або RAR) із назвою за шаблоном:
ПР5_Прізвище_Група.zip.
5. Надішліть архів викладачу на перевірку.



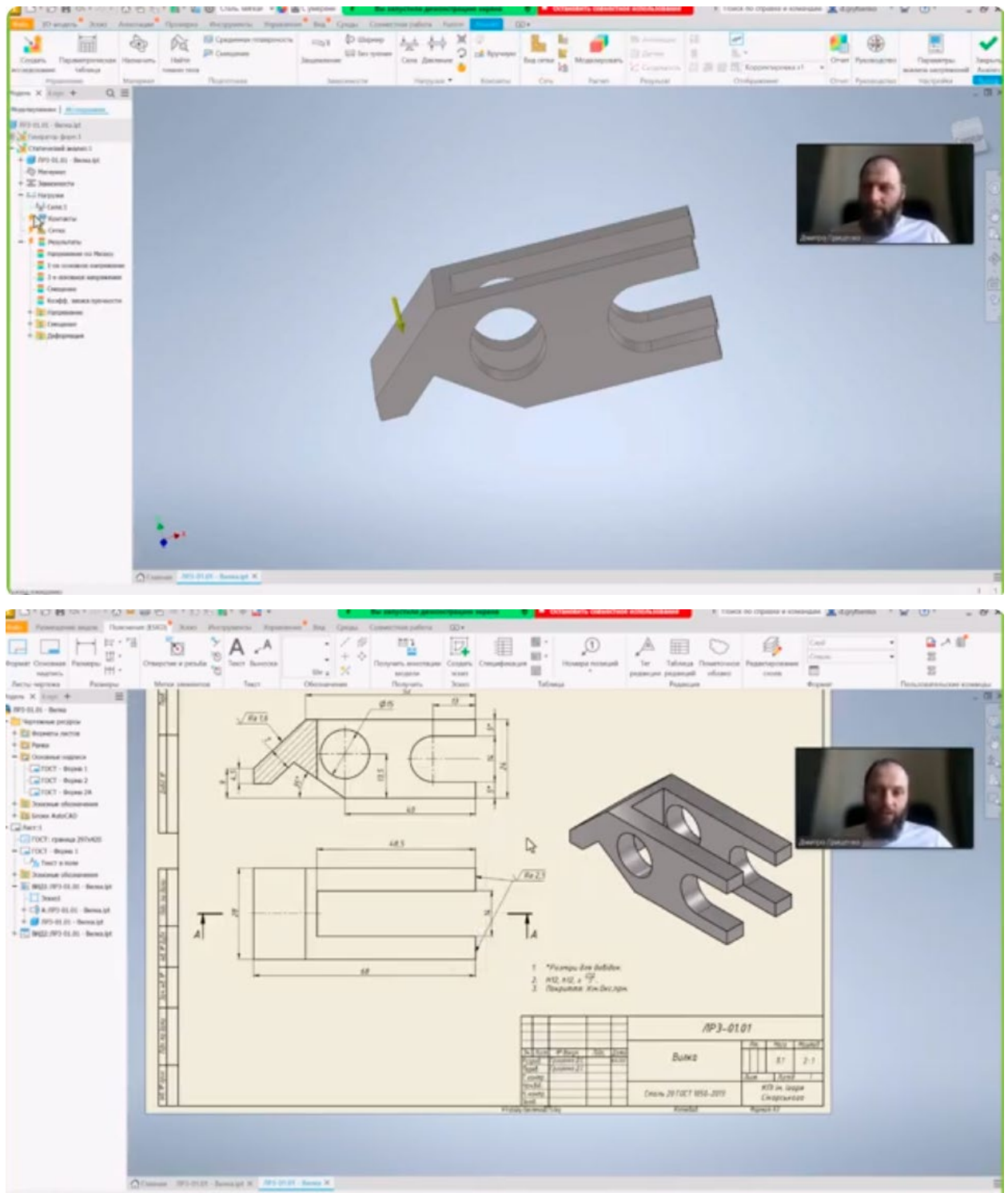


Рис. 5. Приклад завдання, спроектованої 3D моделі та оформленого робочого кресленника в середовищі Autodesk Inventor до лабораторної роботи №5

Контрольні запитання:

1. Яка основна мета використання модуля «Генератор форм» (Shape Generator) в Autodesk Inventor? Чому перед запуском генератора деталі

обов'язково потрібно призначити матеріал з бібліотеки, а не залишати «за замовчуванням»?

2. Що таке «збережені області» (Preserve Regions) під час налаштування генерації форми? Наведіть приклад з даної роботи, які елементи деталі слід зберігати незмінними, і чому це важливо для подальшого складання вузла?
3. Опишіть послідовність дій після того, як згенеровано сітчасту оптимальну форму. Як перенести цю форму в основну модель і якими інструментами доопрацювати деталь (видалення зайвого матеріалу, згладжування кутів)?
4. Чому після першої генерації та доопрацювання моделі необхідно провести перевірку на міцність? Що означає «запас міцності великий» і які дії слід виконати в такому випадку згідно з завданням?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Banach, D. T., Lockhart, S., & Markazi, S. (2025). *Autodesk Inventor 2026 essentials plus*. SDC Publications. ISBN: 978-1-63057-734-6.
2. CADArtifex, Willis, J., & Dogra, S. (2024). *Autodesk Inventor 2025: A power guide for beginners and intermediate users* (5th ed.). CADArtifex. ISBN: 978-9394074644.
3. Hansen, L. S. (2024). *Autodesk Inventor 2025: A tutorial introduction*. SDC Publications. ISBN: 978-1-63057-654-7.
4. Jumper, L., & Shih, R. H. (2025). *Parametric modeling with Autodesk Inventor 2026*. SDC Publications. ISBN: 978-1-63057-732-2.
5. Shih, R. H. (2025). *Autodesk Inventor 2026 and engineering graphics: An integrated approach*. SDC Publications. ISBN: 978-1-63057-664-6.
6. Shih, R. H. (2025). *Learning Autodesk Inventor 2026*. SDC Publications. ISBN: 978-1-63057-737-7.
7. Shih, R. H. (2025). *Tools for design using AutoCAD 2026 and Autodesk Inventor 2026: Hand sketching, 2D drawing and 3D modeling*. SDC Publications. ISBN: 978-1-63057-745-2.
8. ASCENT – Center for Technical Knowledge. (2025). *Autodesk Inventor 2026: Introduction to solid modeling*. ASCENT.
9. ASCENT – Center for Technical Knowledge. (2025). *Autodesk Inventor 2026: Advanced part modeling*. ASCENT.
10. ASCENT – Center for Technical Knowledge. (2025). *Autodesk Inventor 2026: Advanced assembly modeling*. ASCENT.
11. ASCENT – Center for Technical Knowledge. (2025). *Autodesk Inventor 2026: iLogic*. ASCENT.
12. Autodesk, Inc. (2025). *Autodesk Inventor 2026 help*. Autodesk Knowledge Network. URL: <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2026/ENU/>