

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від 15 серпня 2024 р.
№4

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних (лабораторних) занять з навчальної дисципліни «САПР технологічних процесів»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності код спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійна програма «Галузеве машинобудування»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
(назва факультету)
кафедра механічної інженерії
(назва кафедри)

Рекомендовано на засіданні
кафедри інженерної механіки
19 червня 2024 р., протокол № 6

Розробник: к.т.н., доцент Балицька Наталія Олександрівна
асистент Радкевич Світлана Іванівна
(науковий ступінь, посада, ПРІЗВИЩЕ, власне ім'я)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 2

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота №1: Основи роботи в системі автоматизованого проектування технологічних процесів SolidworksCAM.....	3
2. Лабораторна робота №2: Проектування 2.5D-осьових фрезерних операцій в SolidworksCAM	28
3. Лабораторна робота №3: Проектування 3-осьових фрезерних операцій в SolidworksCAM	30
4. Лабораторна робота №4: Проектування операцій токарної обробки в SolidworksCAM.....	35
5. Лабораторна робота №5: Проектування технологічного процесу виготовлення валу в SolidworksCAM.....	42
6. Лабораторна робота №6: Проектування токарної обробка в Autodesk FeatureCAM.....	47
7. Лабораторна робота №7: Проектування 2.5D-фрезерування в Autodesk FeatureCAM.....	63
8. Лабораторна робота №8: 3D-фрезерування в Autodesk FeatureCAM.....	84
9. Лабораторна робота №9: Проектування токарно-фрезерна обробка в Autodesk FeatureCAM	103
10. Лабораторна робота №10: Проектування електро-ерозійної обробка в Autodesk FeatureCAM.....	118

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 3

Лабораторна робота № 1

ОСНОВИ РОБОТИ В СИСТЕМІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ SOLIDWORKSCAM

Мета роботи – отримати практичні навички автоматизованого створення керуючих програм для 2,5-осьової фрезерної обробки в системі **SOLIDWORKS CAM**.

Обладнання: комп'ютер, встановлене загальносистемне програмне забезпечення, встановлене спеціалізоване програмне забезпечення (CAM-система **SOLIDWORKS CAM**).

ХІД РОБОТИ:

1. Завантажити 3D-модель деталі

3D-модель деталі надається викладачем (рис. 1.1).

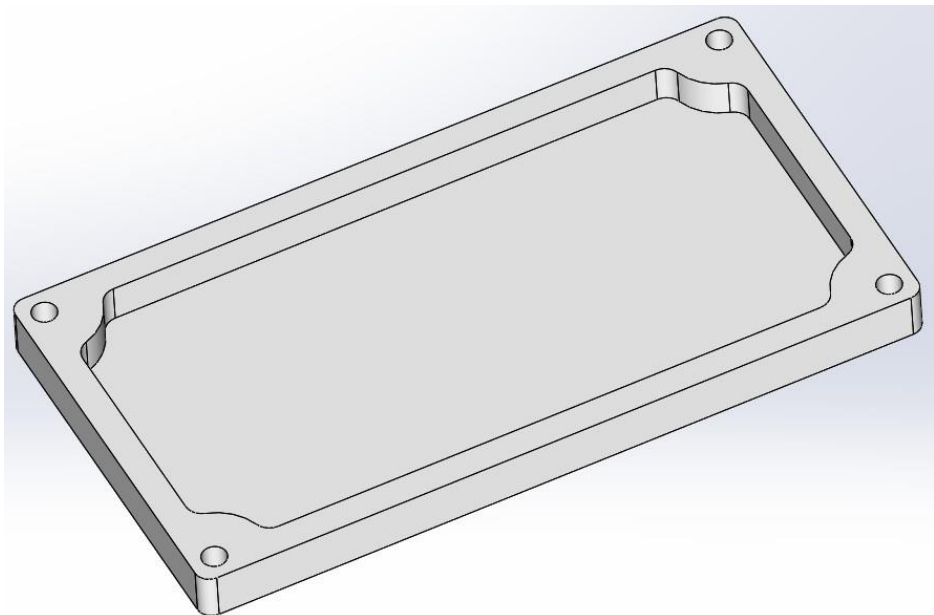


Рис. 1.1. 3D-модель деталі

2. Ознайомитись з інтерфейсом SOLIDWORKS CAM.

3. **Задати початкові параметри:** визначити верстат, корзину інструментів, постпроцесор, заготовку (припуск) та систему координат.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 4

Machine

Machine Tool Crib Post Processor Posting Setup Rotary Axis Tilt Axis

Available machines

- [-] Mill Machines
 - Mill - Metric**
 - Mill 4 axis - Metric
 - Mill 5 axis - Metric
- [-] Turn Machines
 - Turn Single Turret - Metric

Select

Machine name : Mill - Metric

Machine ID : Milling Machine Metric

Machine duty : Medium duty

Machine type : Mill

Number of axis : None

Max. feedrate : 16500.00mm/min

Max. spindle speed : 12000.00rpm

Active machine

Machine name : Mill - Metric

Machine ID : Milling Machine Metric

Machine duty : Medium duty ▼

Machine type : Mill

Number of axis : None

Max. feedrate : 16500.00mm/min

Max. spindle speed : 12000.00rpm

Рис. 1.2. Визначення верстату

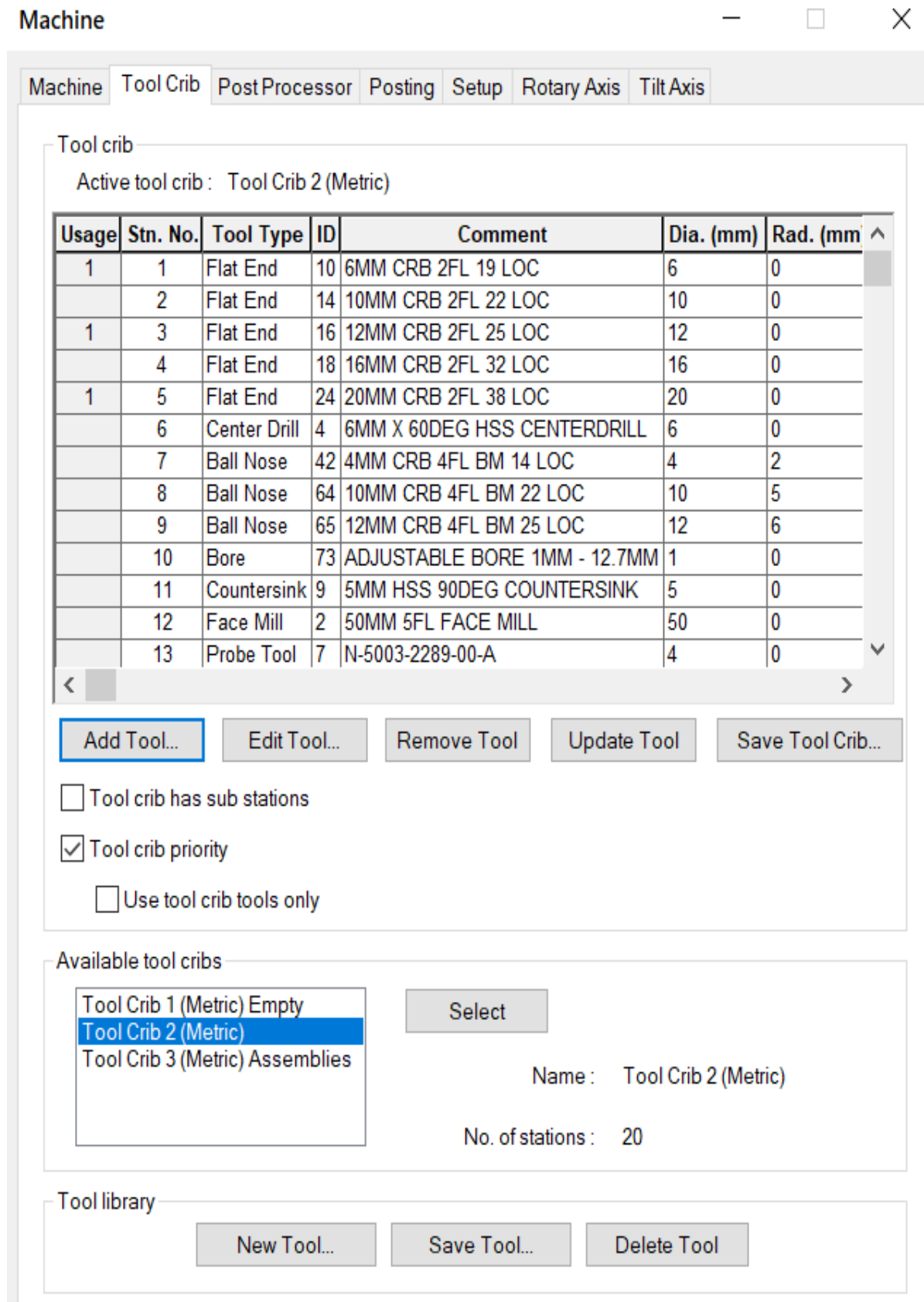


Рис. 1.3. Визначення корзини інструментів

Machine

Machine Tool Crib Post Processor Posting Setup Rotary Axis Tilt Axis

Active post processor :

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2022\Posts\M3Axis-Tutorial.CTL

Available

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2022\Posts\M3Axis-Tutorial.CTL

M3AXIS-TUTORIAL
M4AXIS-TUTORIAL
M5AXIS-TUTORIAL
MILL\ACRAMATIC-2100
MILL\ALLENBRADLEY-8400
MILL\ANILAM 1100
MILL\ANILAM 6000M

Browse...

Select

APT CL

Do not show license expired post processors

Parameter	Value
Machine Name	MILL TUTORIAL
Controller Type	FANUC TYPE
Z Home	508.00000mm
Traverse Rate	250
Version	2020
Version Date	5-13-2019
Library Version	2020
Library Subversion	1

Рис. 1.4. Визначення постпроцесора

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 7

Stock Manager







✓ ✗

Material : 6061-T6 ⌵

6061-T6 ▾

Aluminum Alloys

Stock Type ⌵

Co-ordinate System ⌵

Origin ▾

Bounding Box Offset ⌵

X+ 2mm ⬆️ ⬇️ ⬆️

X - 2mm ⬆️ ⬇️ ⬆️

Y+ 2mm ⬆️ ⬇️ ⬆️

Y- 2mm ⬆️ ⬇️ ⬆️

Z+ 2mm ⬆️ ⬇️ ⬆️

Z - 3mm ⬆️ ⬇️ ⬆️

Load default Set as default

Рис.1.5. Визначення заготовки

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 8

Fixture Coordinate System

✓ ✗

Method

User Defined

Origin

Entity

Part bounding box vertex

Stock bounding box vertex

Axis

X:

Y:

Z:

Options

Create SW Coordinate System ...

Рис. 1.6. Визначення системи координат

4. Автоматично створити фрезерну операцію обробки кармана і 4 отворів (видалити всі інші операції).

Застосувати функцію автоматичного розпізнавання елементів, генерації плану обробки, генерації траєкторії, симуляції траєкторії.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 9

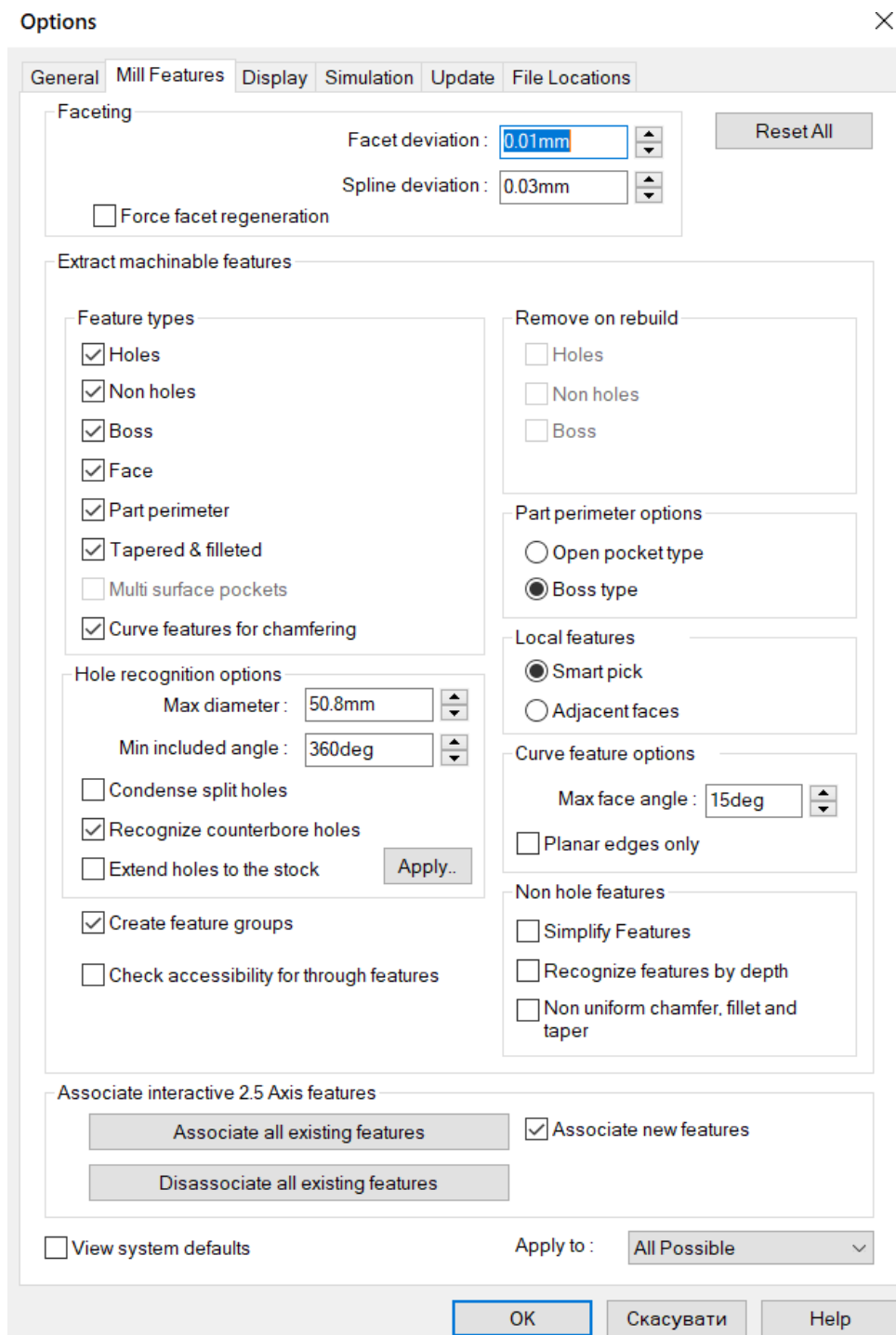
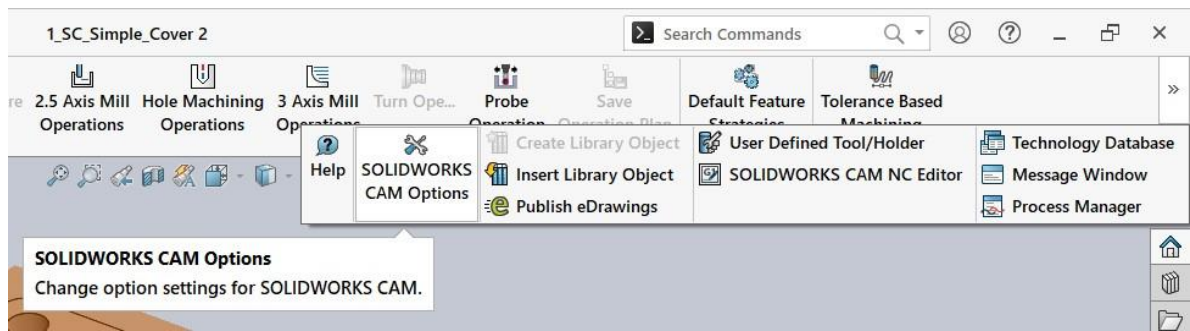


Рис. 1.7. Налаштування розпізнавання елементів при фрезеруванні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 10

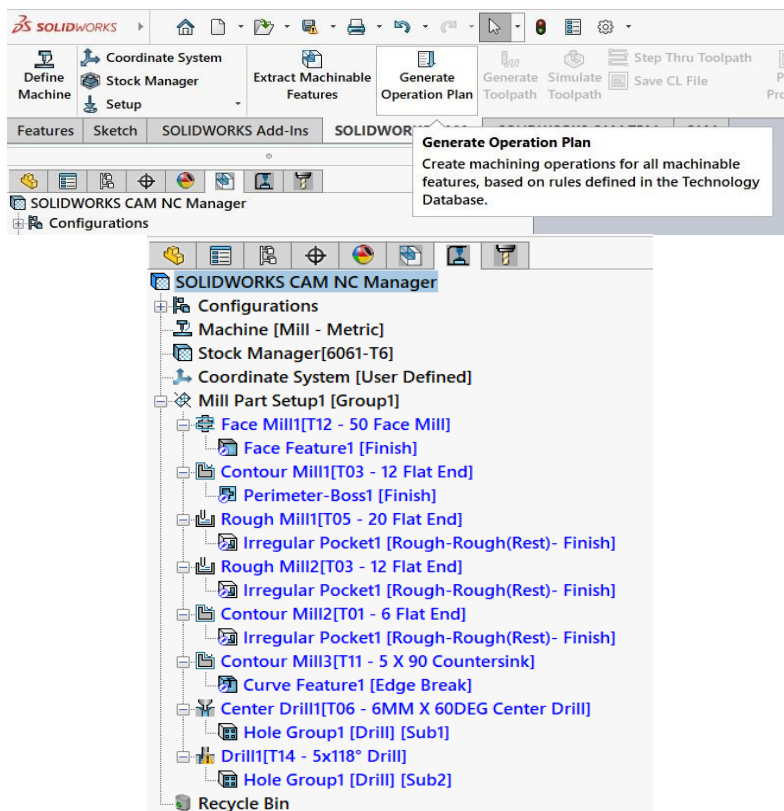


Рис. 1.8. Автоматичне розпізнавання елементів

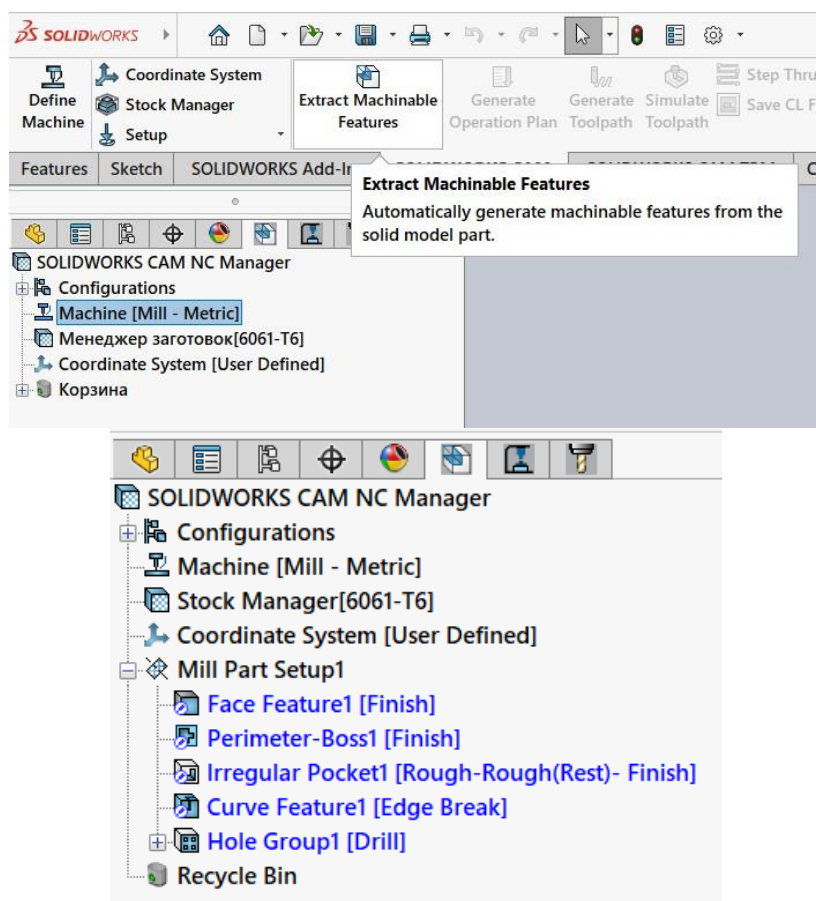


Рис.1.9. Генерування плану обробки (плану операцій)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 11

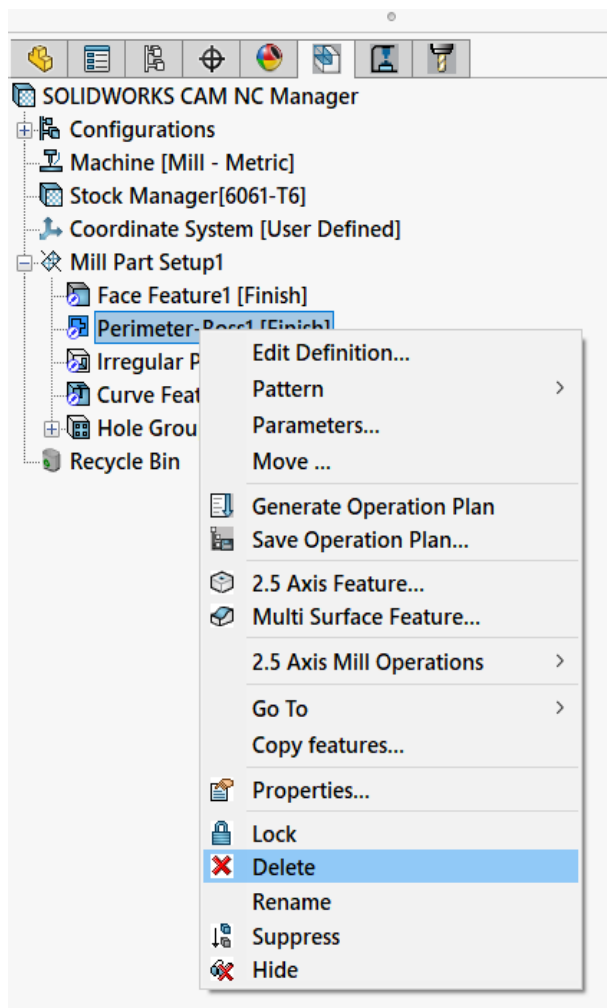


Рис. 1.10. Видалення операцій

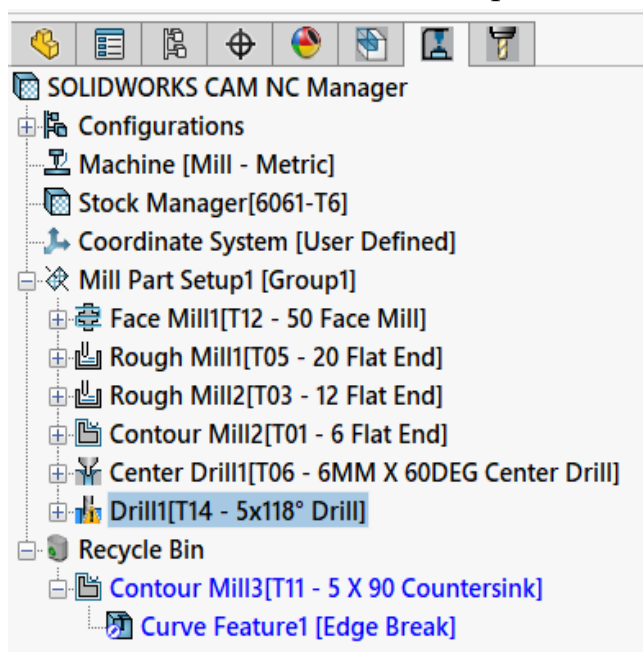


Рис. 1.11. Остаточний план операцій

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 12

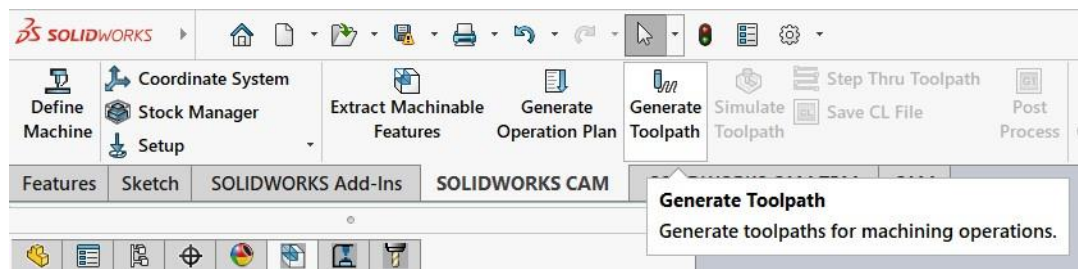


Рис. 1.12. Генерування траєкторій інструментів

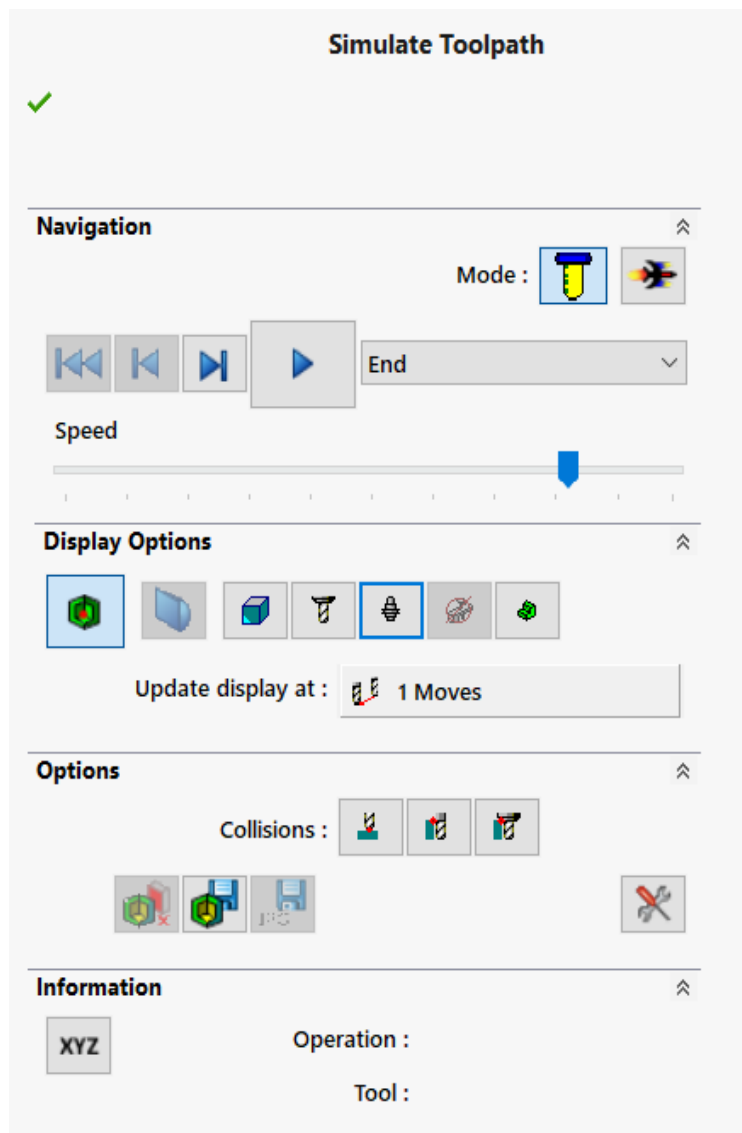
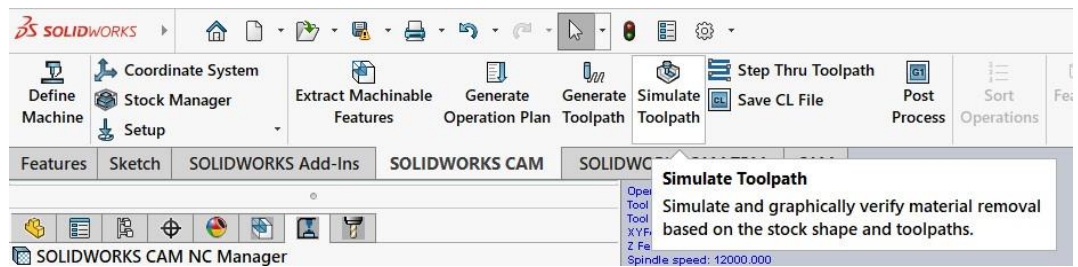


Рис. 1.13. Симуляція обробки

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 13

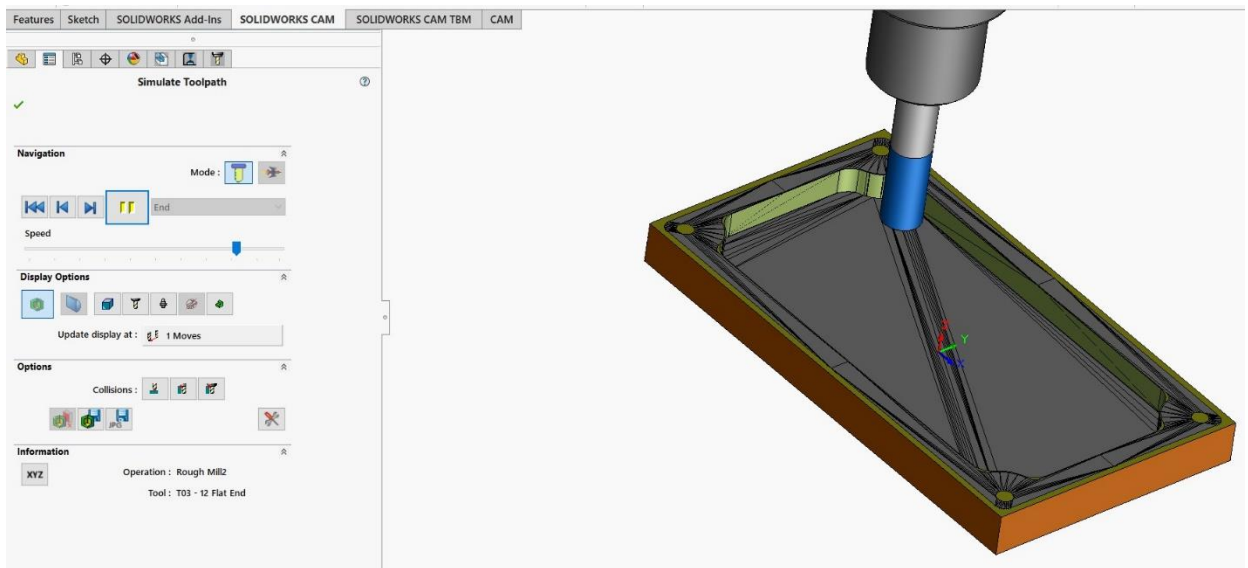


Рис. 1.14. Симуляція обробки

5. Створити та зберегти CL-файл.

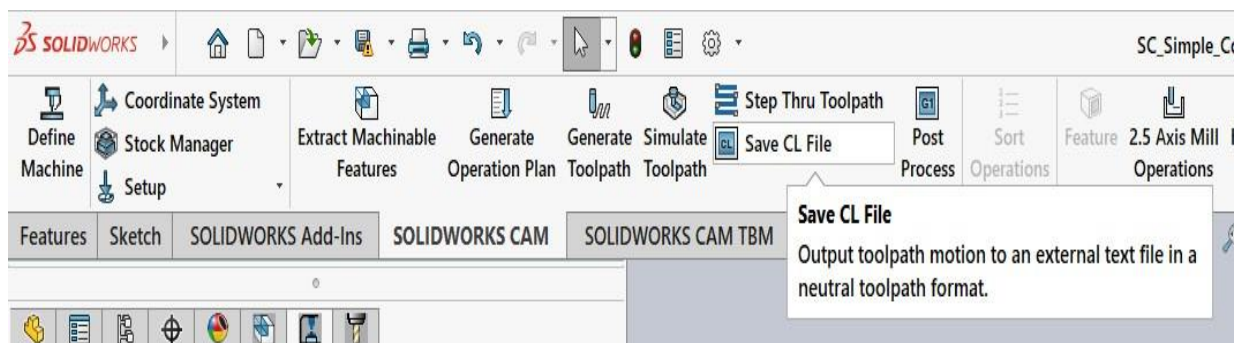


Рис. 1.15. Збереження CL-файлу

6. Виконати постпроцесування, ознайомитись із редактором коду Solidworks CAM NC editor, зберегти керуючу програму.

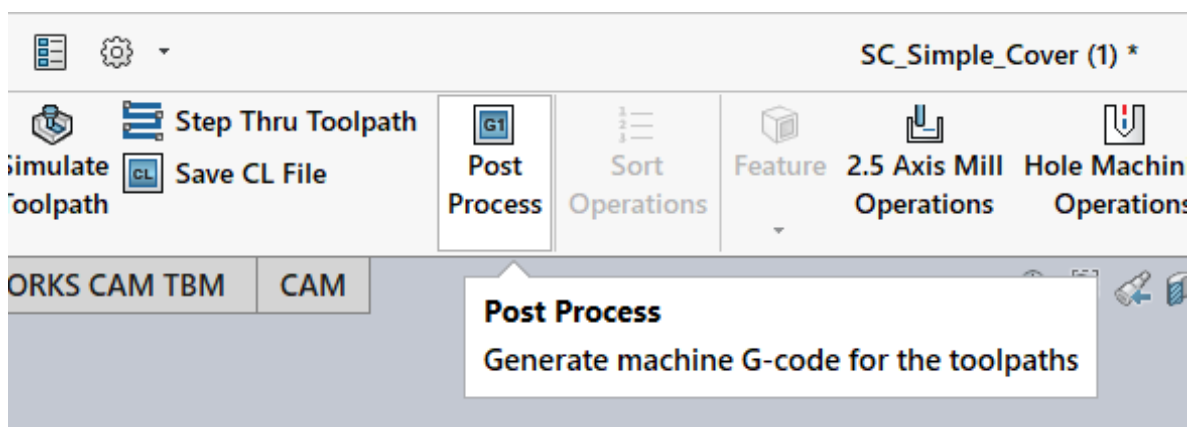


Рис. 1.16. Команда постпроцесування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 14

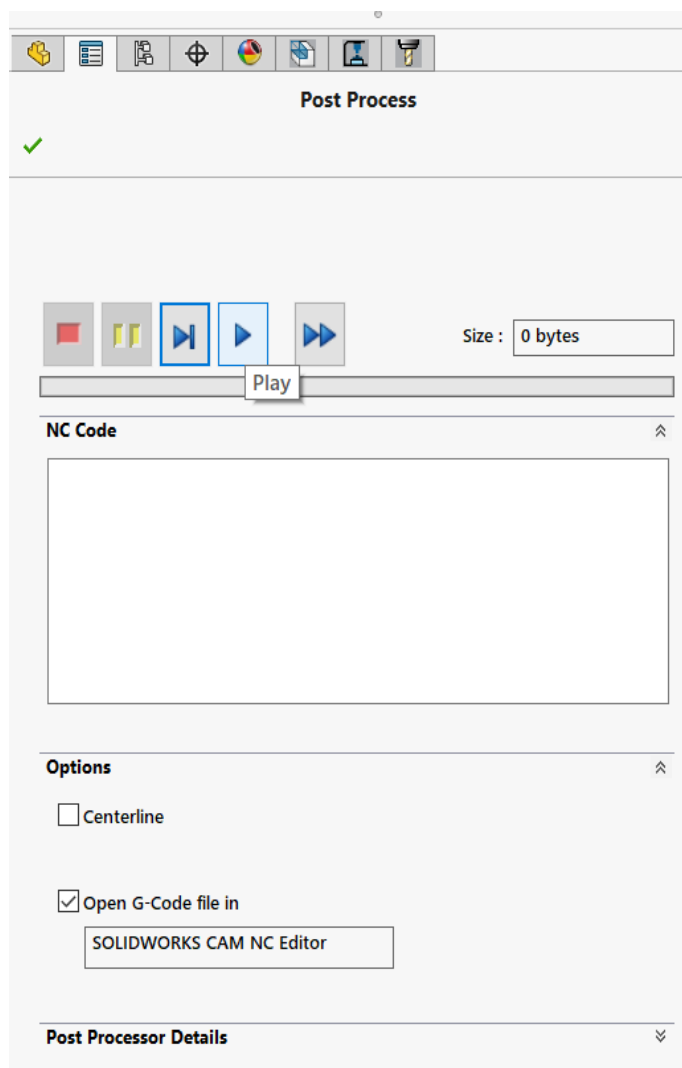


Рис. 1.17. Налаштування постпроцесування

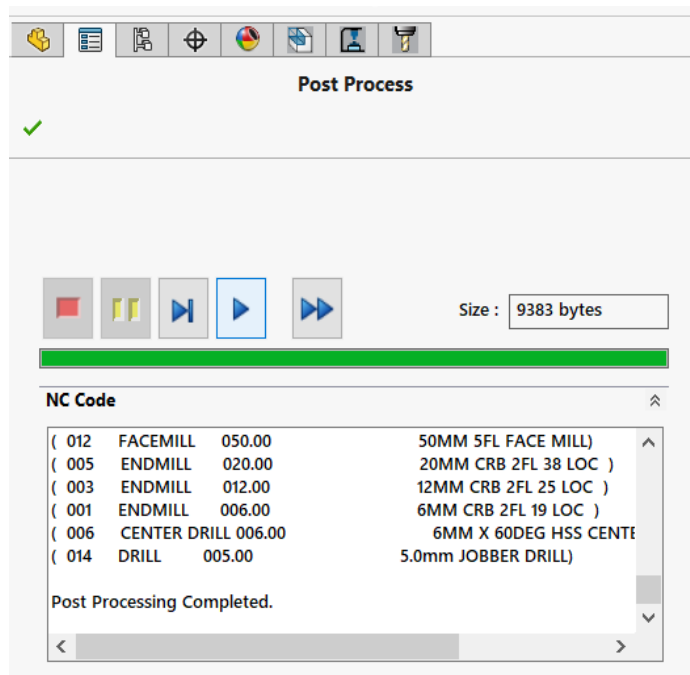


Рис.1.18. Процес постпроцесування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 15

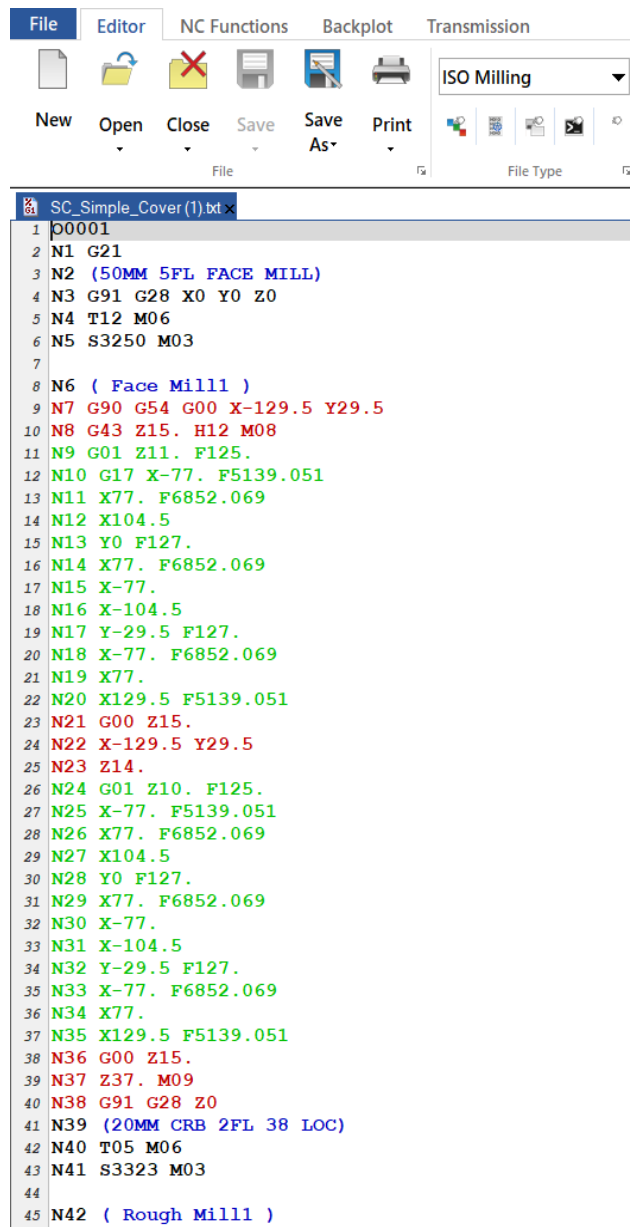


Рис. 1.19. Керуюча програма у редакторі коду Solidworks CAM NC editor

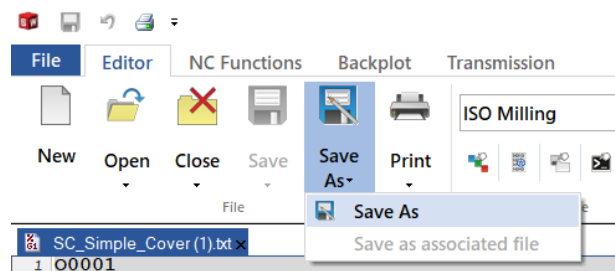


Рис. 1.20. Збереження керуючої програми

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 16

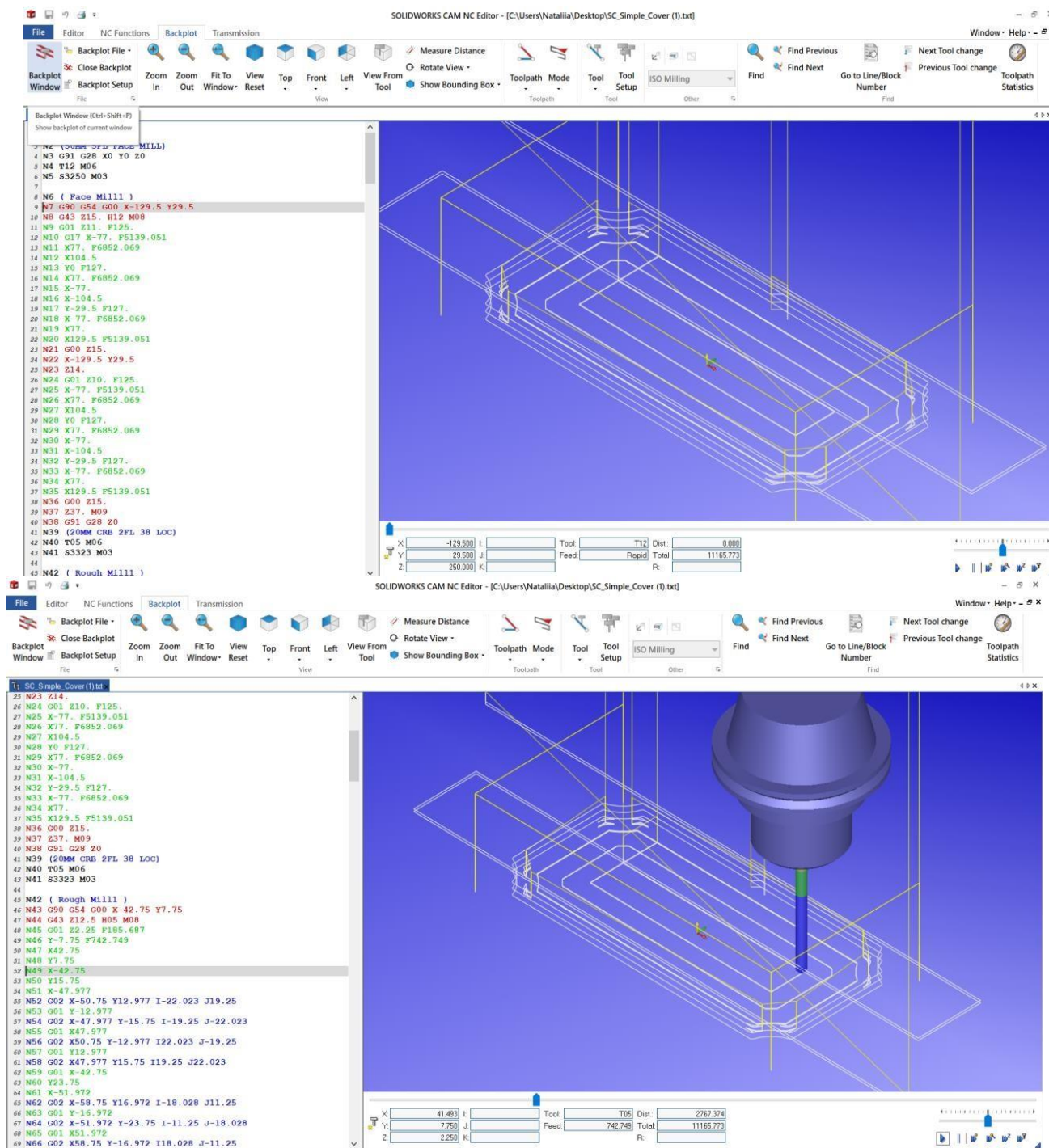


Рис.1. 21. Симуляція траєкторій в Solidworks CAM NC editor

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 17

7. Додати 2,5-фрезерну операцію обробки зовнішнього контуру до фрезерного установа 1 (рис. 1.22–1.24).

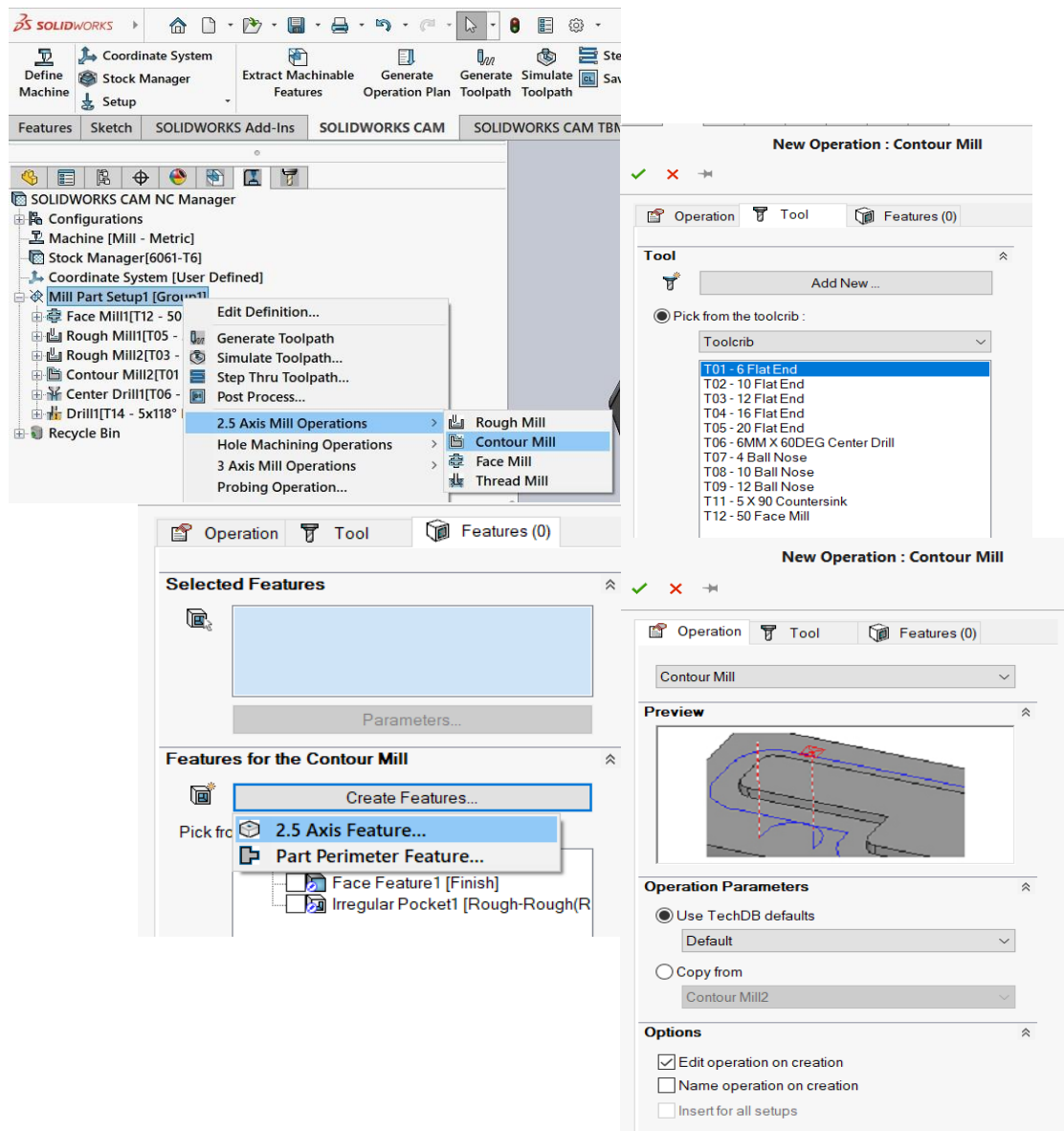


Рис. 1.22. Налаштування для додавання фрезерної операції

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 18

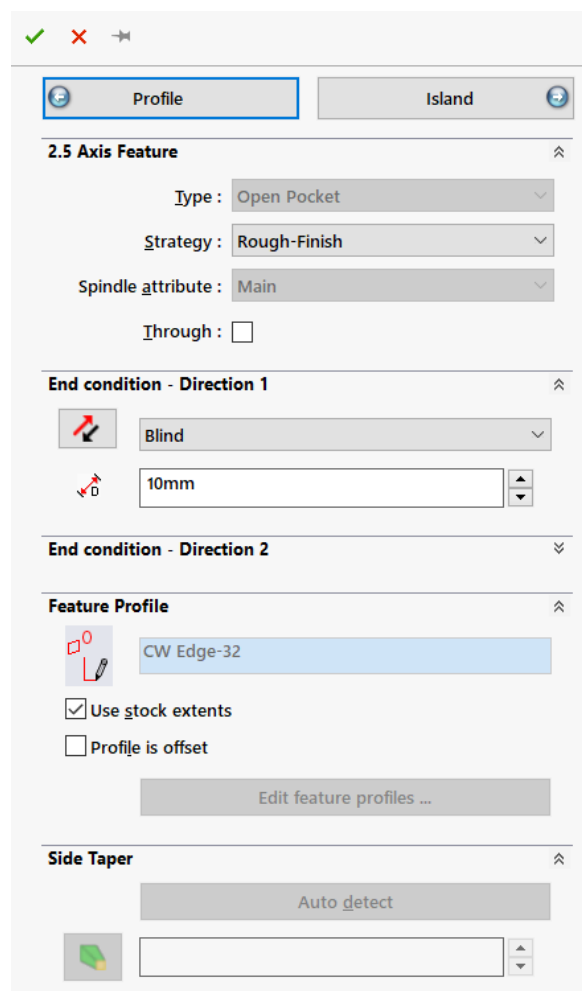
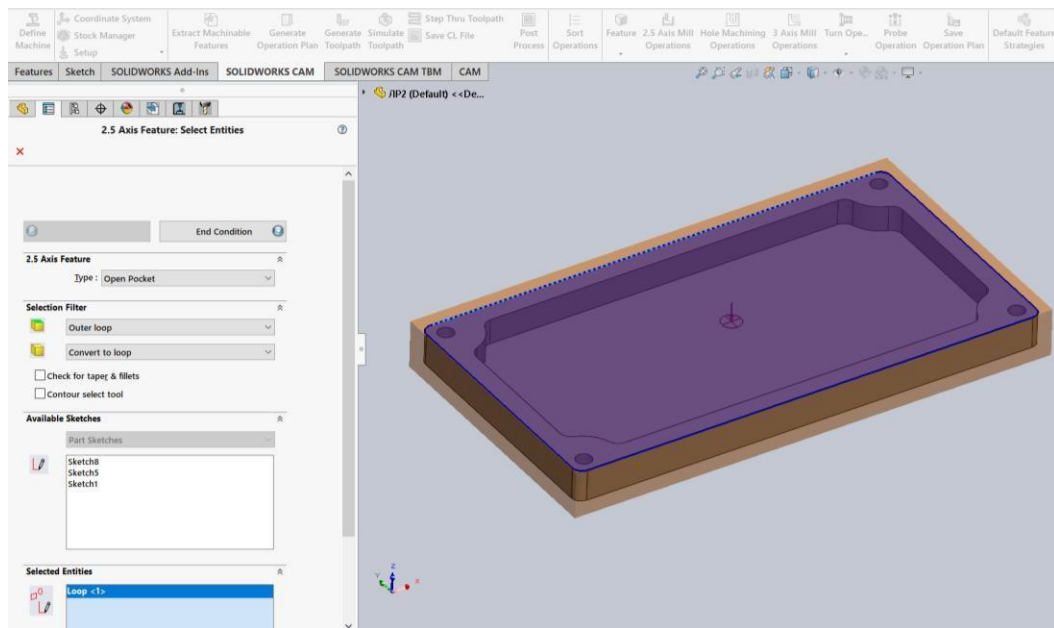


Рис. 2.2. Налаштування для додавання фрезерної операції

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 19

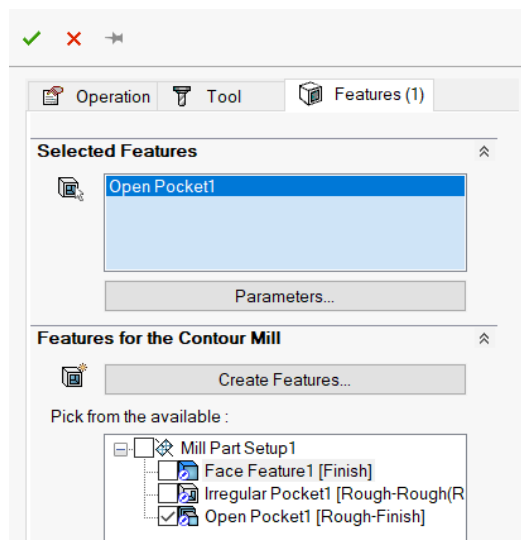
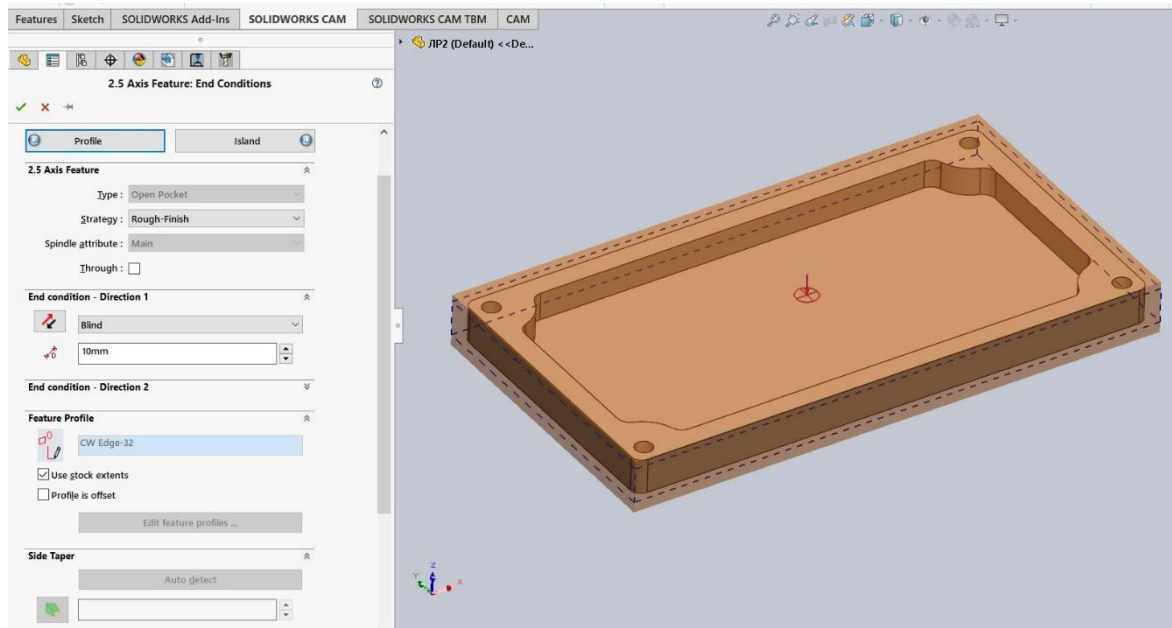


Рис. 1.23. Налаштування для додавання фрезерної операції

Дерево операцій матиме такий вид (рис. 1.24).

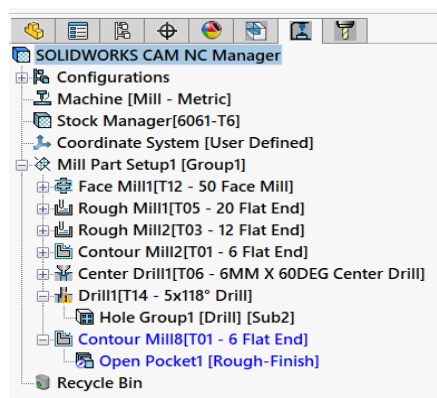


Рис.1.24. Дерево операцій із доданою фрезерною операцією

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 20

8.3. Генерувати план обробки та траєкторії інструментів для лише однієї фрезерної операції (рис. 2.5).

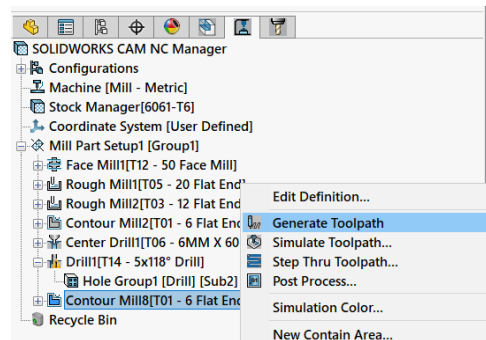


Рис. 1.25. Генерування плану обробки та траєкторій інструментів для створеної фрезерної операції

9. Редагувати створену фрезерну операцію для коректної обробки за зовнішнім контуром і виключення області затиску в лещатах із зони різання (рис. 2.6).

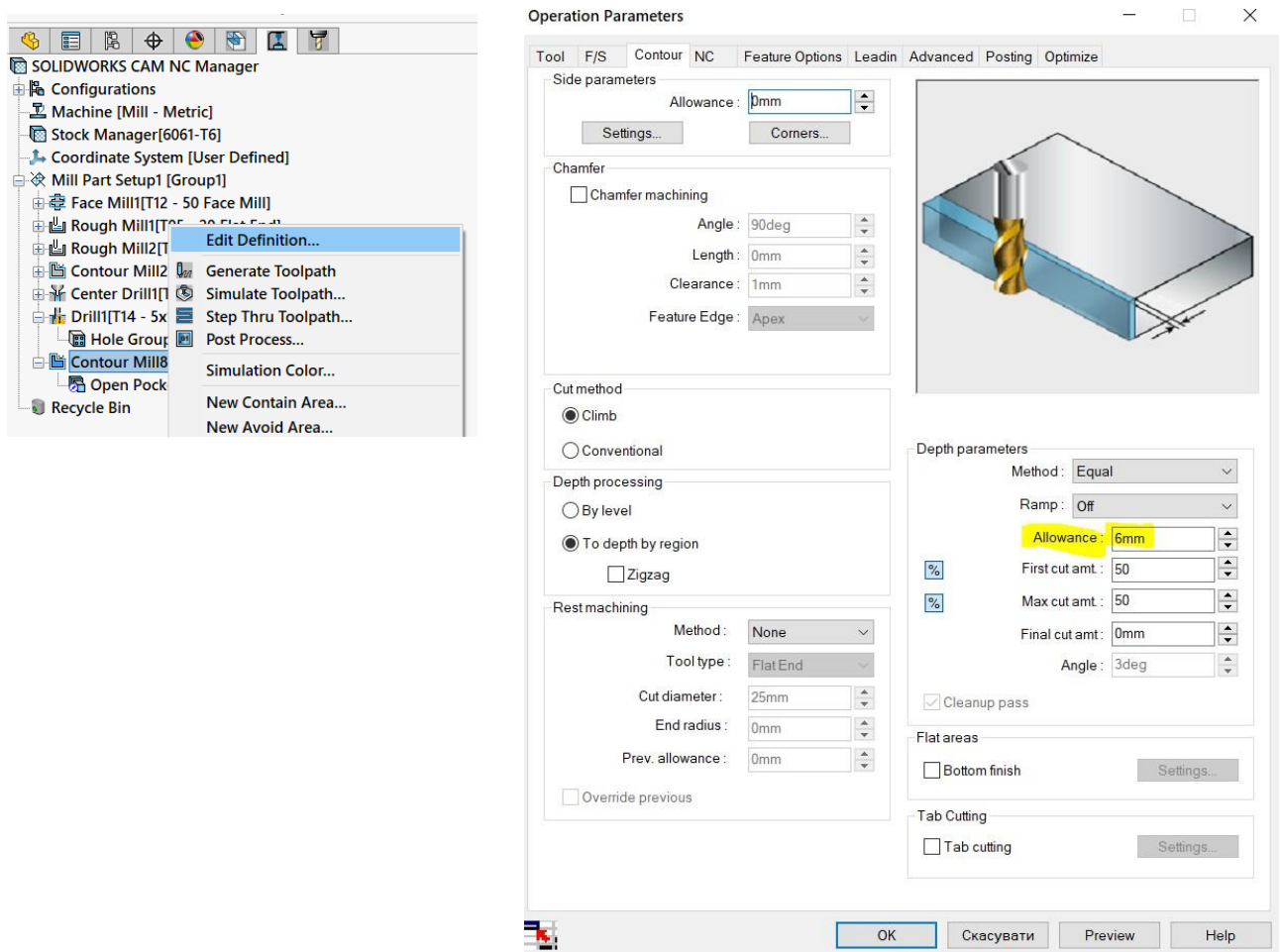


Рис.1.26. Редагування створеної фрезерної операції

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 21

10. Запустити симуляцію лише однієї фрезерної операції (рис. 1.27).

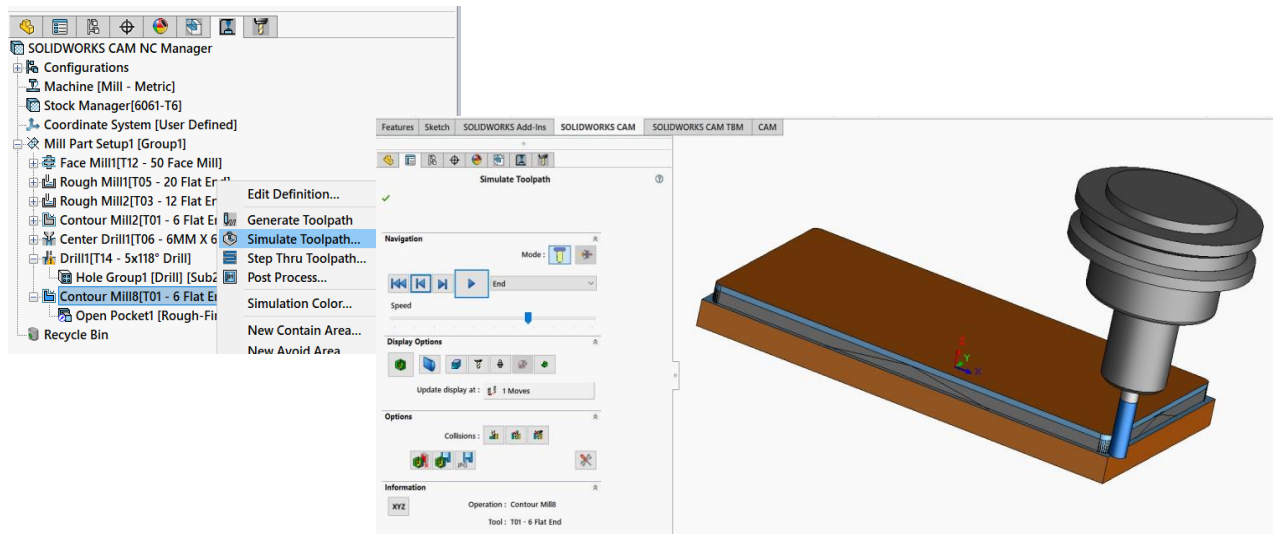


Рис. 1.27. Симуляція створеної фрезерної операції

11. Змінити черговість операцій шляхом перетягування новоствореної операції вище в дереві операцій.

Дерево операцій матиме такий вид (рис. 1.28).

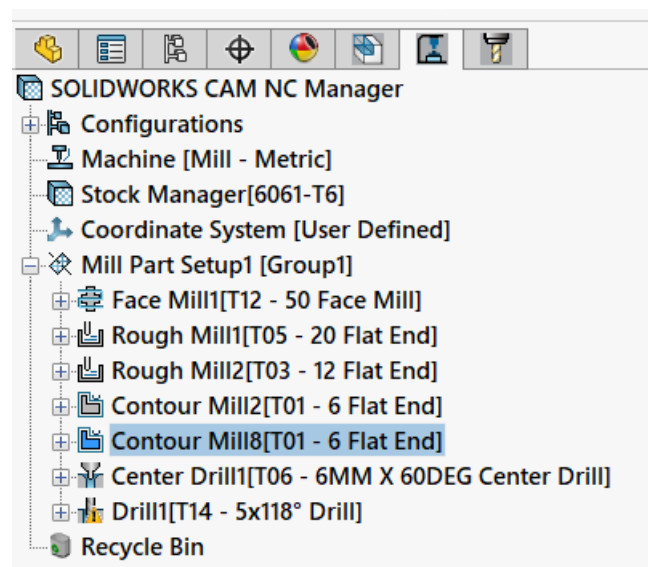


Рис. 1.28. Дерево операцій

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 22

12. Створити фрезерний установ 2, який передбачає обробку заготовки з іншого боку (рис. 2.9).

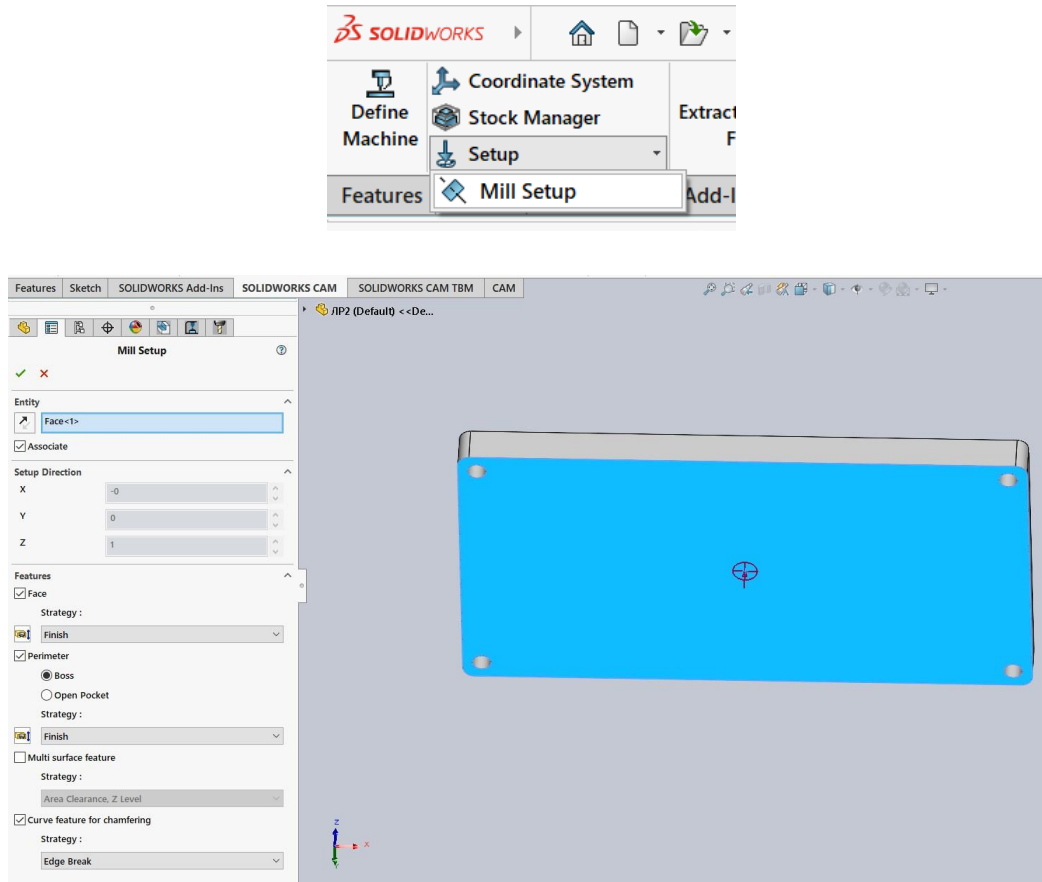


Рис. 1.29. Створення фрезерного установка 2

Дерево елементів матиме наступний вид (рис. 1.30):

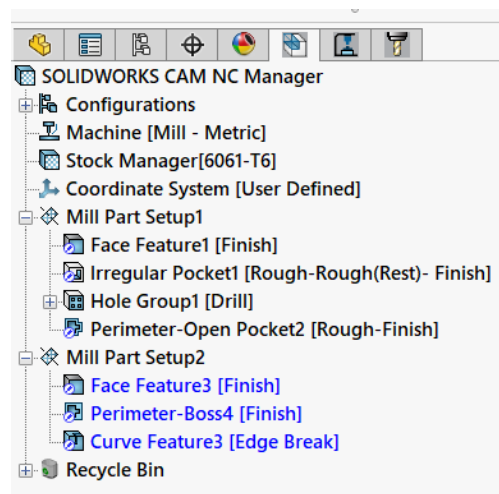


Рис. 1.30. Дерево елементів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 23

13. Згенерувати план обробки для фрезерного установа 2 (рис. 1.31).

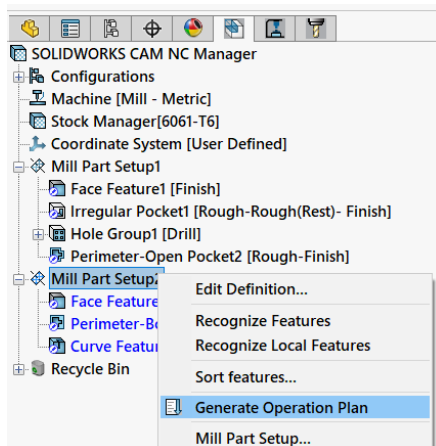


Рис. 1.31. Генерування плану обробки для фрезерного установа 2

Дерево операцій матиме наступний вид (рис. 1.32):

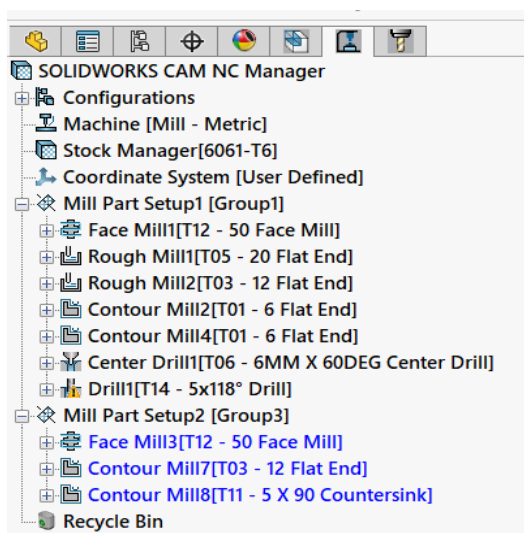


Рис. 1.32. Дерево операцій

14. Згенерувати траєкторії інструментів для фрезерного установа 2

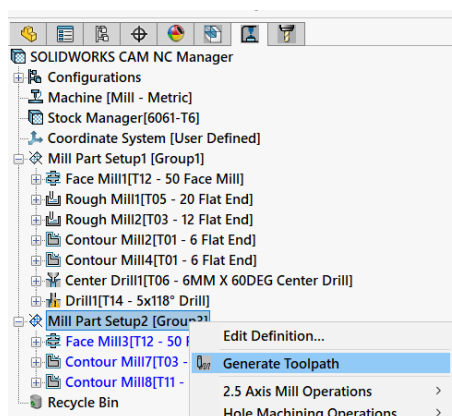


Рис. 1.33. Дерево операцій

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 24

15. Редагувати створену фрезерну операцію для коректної обробки за зовнішнім контуром і виключення області затиску в лещатах із зони різання

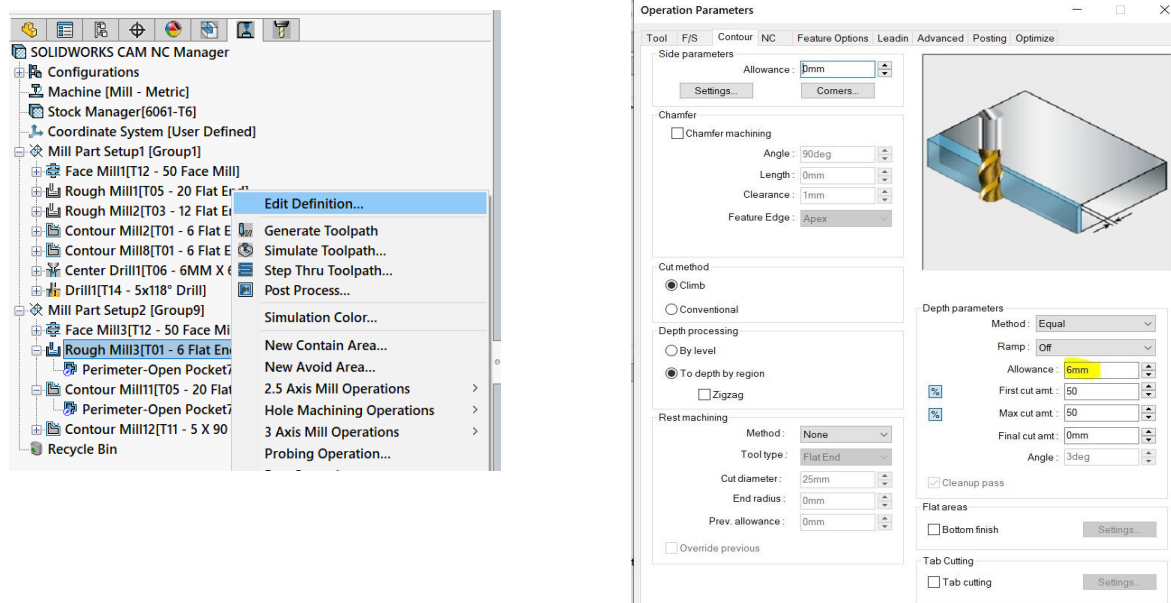


Рис. 1.44. Редагування фрезерної операції

16. Запустити режим симуляції для фрезерного установа 2.

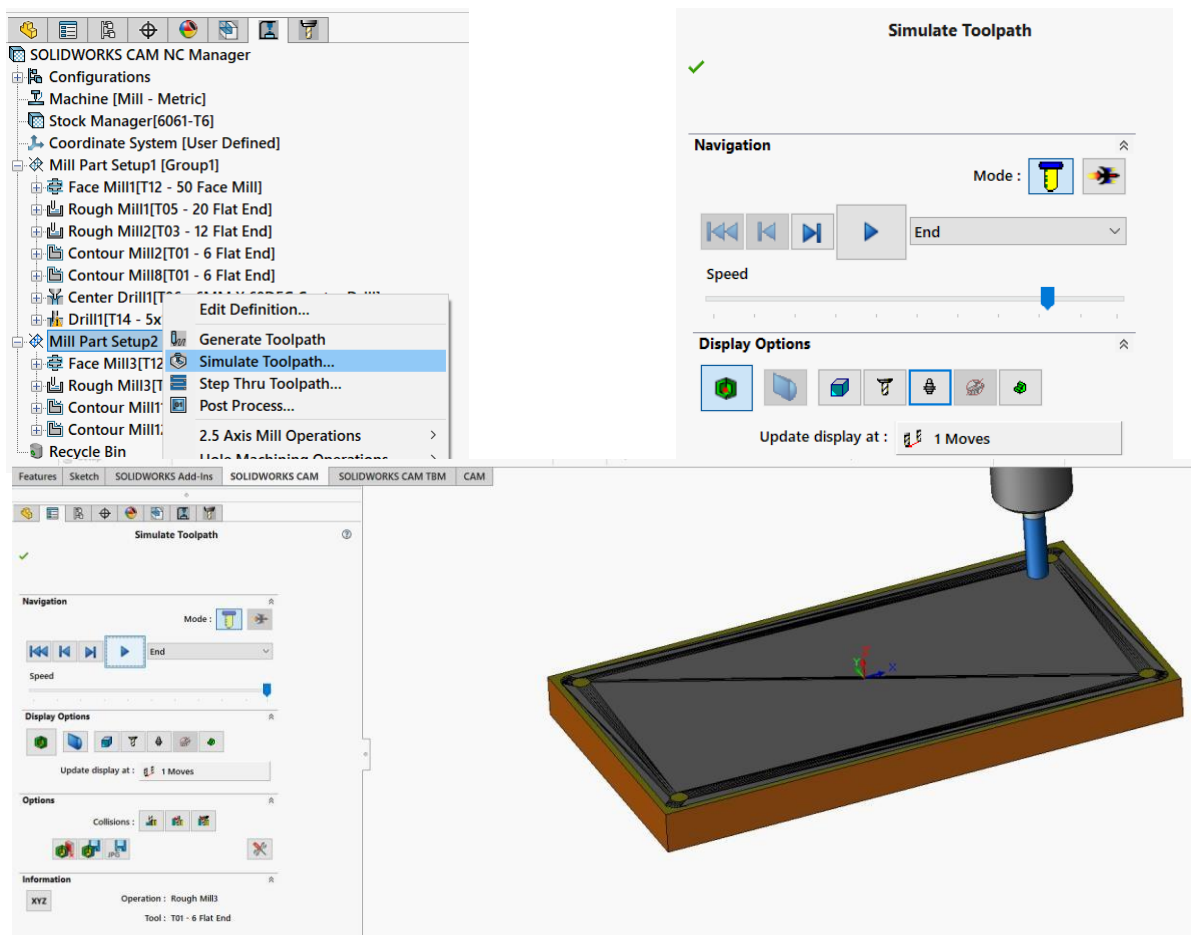


Рис. 1.45. Симуляція фрезерного установа 2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 25

Запустити режим симуляції для всього проекту (рис. 1.46).

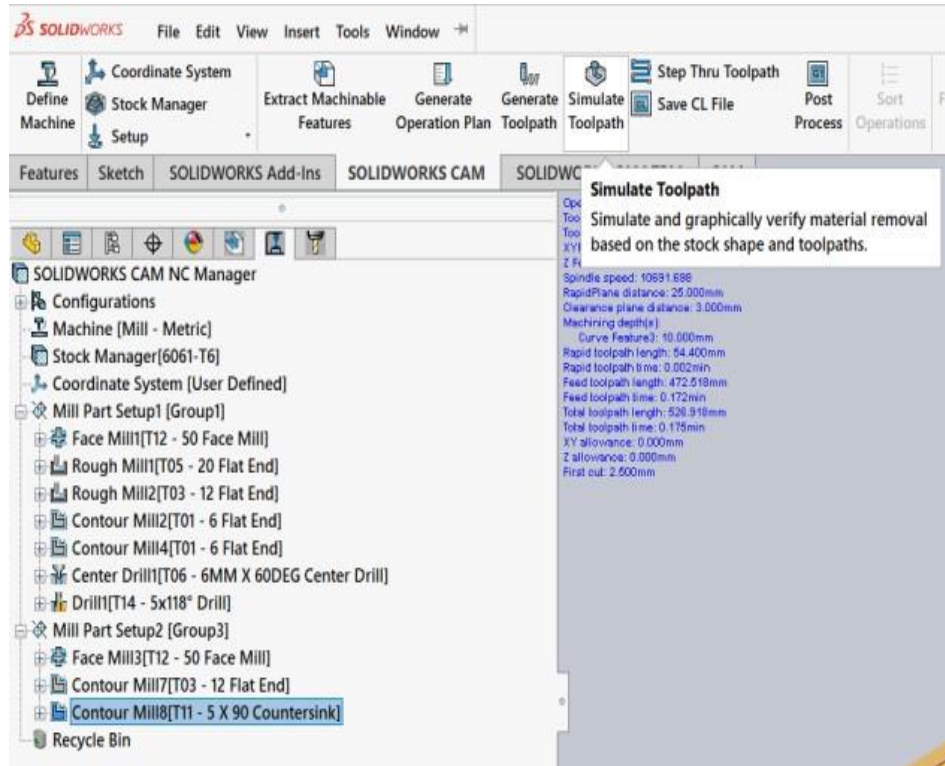


Рис. 1.46. Симуляція обробки

17. Створити та зберегти CL-файл.

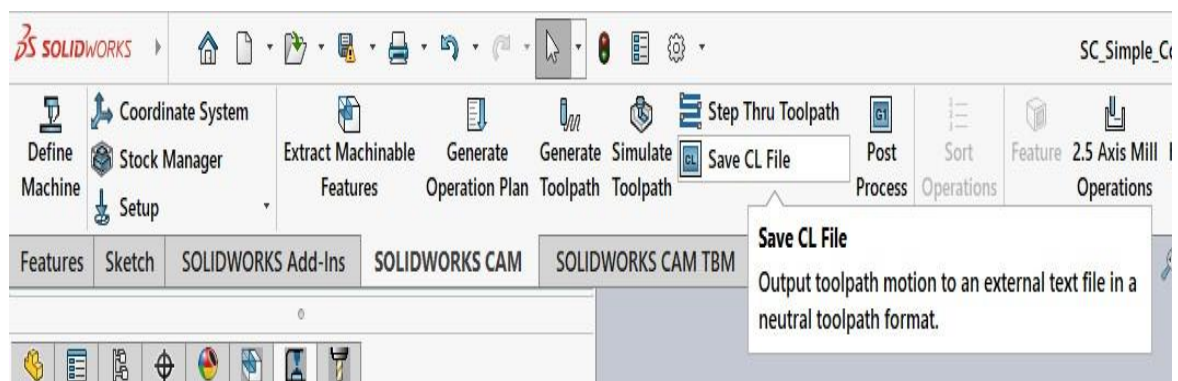


Рис. 1.47. Збереження CL-файлу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 26

18. Виконати постпроцесування, зберегти керуючу програму (рис. 1.48–1.50).

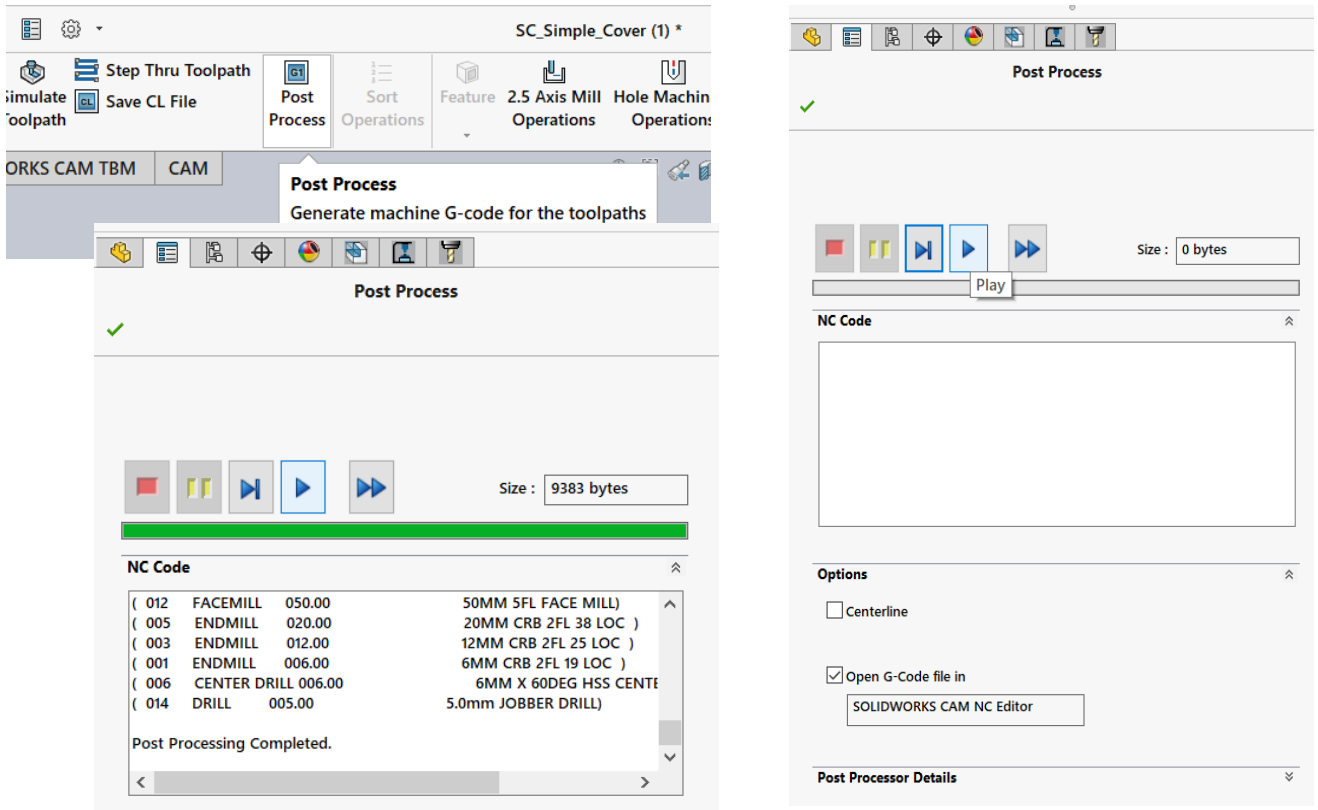


Рис. 1.48. Налаштування постпроцесування

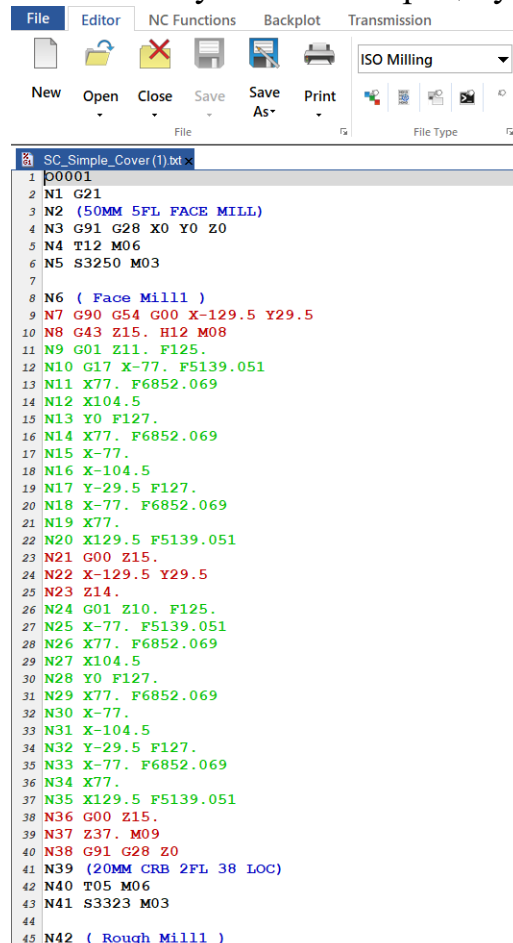


Рис. 1.49. Керуюча програма у редакторі коду Solidworks CAM NC editor

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 27

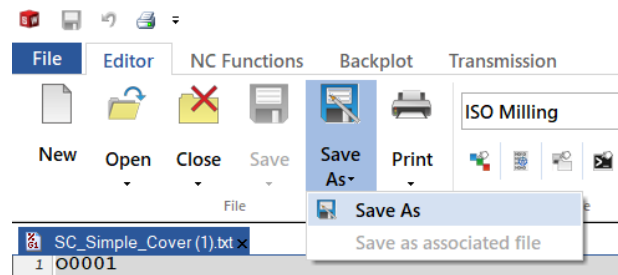


Рис.1.50. Збереження керуючої програми

19. Виконати перевірку керуючої програми на вертикальному обробному центрі HAAS VF-2SSYT-NG.

Запитання для самоконтролю:

1. Порядок дій для автоматичного створення операцій.
2. Які є способи завдання типу заготовки в модулі SOLIDWORKS CAM?
3. Як задаються припуски на обробку в SOLIDWORKS CAM?
4. Які є способи завдання системи координат в модулі SOLIDWORKS CAM?
5. Яке призначення функції автоматичного розпізнавання елементів?
6. Як відмінити/додати автоматичне розпізнавання окремих геометричних елементів?
7. Чому відмінність між файлом керуючої програми та CL-файлом?
8. Порядок дій для створення установів та операцій.
9. Редагування черговості операцій.
- 10.Спосіб обмеження глибини обробки.
- 11.Спосіб зміни стратегії обробки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 28

Лабораторна робота №2

ПРОЕКТУВАННЯ 2.5D-ОСЬОВИХ ФРЕЗЕРНИХ ОПЕРАЦІЙ В SOLIDWORKSCAM

Мета роботи – отримати практичні навички автоматизованого створення та редагування керуючих програм 2,5D-фрезерної обробки в системі SOLIDWORKS CAM.

Обладнання: комп'ютер, встановлене загальносистемне програмне забезпечення, встановлене спеціалізоване програмне забезпечення (CAM-система SOLIDWORKS CAM).

ХІД РОБОТИ:

1. Користуючись методикою, описаною в методичних вказівках до виконання лабораторній роботі №1 в системі SOLIDWORKS CAM розробити керуючу програму 2,5D-фрезерної обробки деталі згідно із варіантом. Варіант визначається за табл. 2.1 відповідно до номеру студента в списку групи.

3D-моделі деталей розміщені на сторінці дисципліни на Освітньому порталі Житомирської політехніки.

Таблиця 2.1

№ в списку групи	№ варіанта для лабораторної роботи 3	№ в списку групи	№ варіанта для лабораторної роботи 3
1	1	10	10
2	2	11	1
3	3	12	2
4	4	13	3
5	5	14	4
6	6	15	5
7	7	16	6
8	8	17	7
9	9	18	8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 29

2. Створити звіт виконаного проекту.

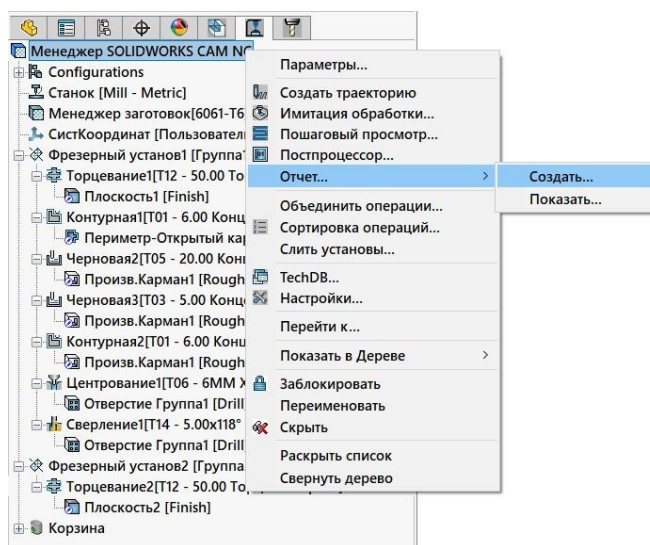



Рис. 2.1. Створення звіту проекту

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2020\Lang\English\Setup_Sheet_Images\SC_Simple_Cover_4\SC_Simple_Cover_4.xml


Setup Sheet

SOLIDWORKS CAM (Powered by CAMWorks)
Milling Process Sheet

Part File:	SC_Simple_Cover_4.SLDPRJT	Programmer Name:	
Machine Make:		Material:	6061-T6 - Aluminum Alloy
Unit:	mm	Date/Time:	19.11.2020 23:19:25
Stock Size:	Dia. X 154.00 L	Total Time:	10:95

Setup #	1	
Setup Name	Група1	
Machining time	7.79	

S.NO.	Operation	Feature	Machining Length	RPM	Feed	Tool Name	Tool Slot	Machining Time	Comp.
1	Торцевание1	Плоскость1	1799.64	3250.20	125.00	T12 - 50.00 Торцевая Фреза	12	1.21	
2	Контурная1	Периметр-Открытый карман1	2502.29	12000.00	411.48	T01 - 6.00 Контурная	1	1.49	
3	Черновая2	Произв.Карман1	2319.34	3322.96	185.69	T05 - 20.00 Контурная	5	3.05	
4	Черновая3	Произв.Карман1	1695.49	12000.00	411.48	T03 - 5.00 Контурная	3	0.83	
5	Контурная2	Произв.Карман1	1239.18	12000.00	411.48	T01 - 6.00 Контурная	1	0.73	
6	Центровка1	Отверстие Группа1 [Drill] [Сур1]	466.67	9605.06	829.49	T06 - 6.0x1.1 X 60DEG Центровка	6	0.05	
7	Сверление1	Отверстие Группа1 [Drill] [Сур2]	526.05	12000.00	1097.28	T14 - 3.0x118° Сверление	14	0.07	

Setup #	2	
Setup Name	Група2	
Machining time	3.11	

S.NO.	Operation	Feature	Machining Length	RPM	Feed	Tool Name	Tool Slot	Machining Time	Comp.
1	Торцевание2	Плоскость2	4846.54	3250.20	125.00	T12 - 50.00 Торцевая Фреза	12	3.05	

Рис. 2.2. Звіт проекту

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 30

Лабораторна робота № 3

ПРОЕКТУВАННЯ 3-ОСЬОВИХ ФРЕЗЕРНИХ ОПЕРАЦІЙ В SOLIDWORKSCAM

Мета роботи – отримати практичні навички автоматизованого створення та редагування керуючих програм 3D-фрезерної обробки в системі *SOLIDWORKS CAM*.

Обладнання: комп'ютер, встановлене загальносистемне програмне забезпечення, встановлене спеціалізоване програмне забезпечення (CAM-система *SOLIDWORKS CAM*).

ХІД РОБОТИ:

1. Завантажити 3D-модель деталі.

3D-модель деталі надається викладачем (рис.3.1).

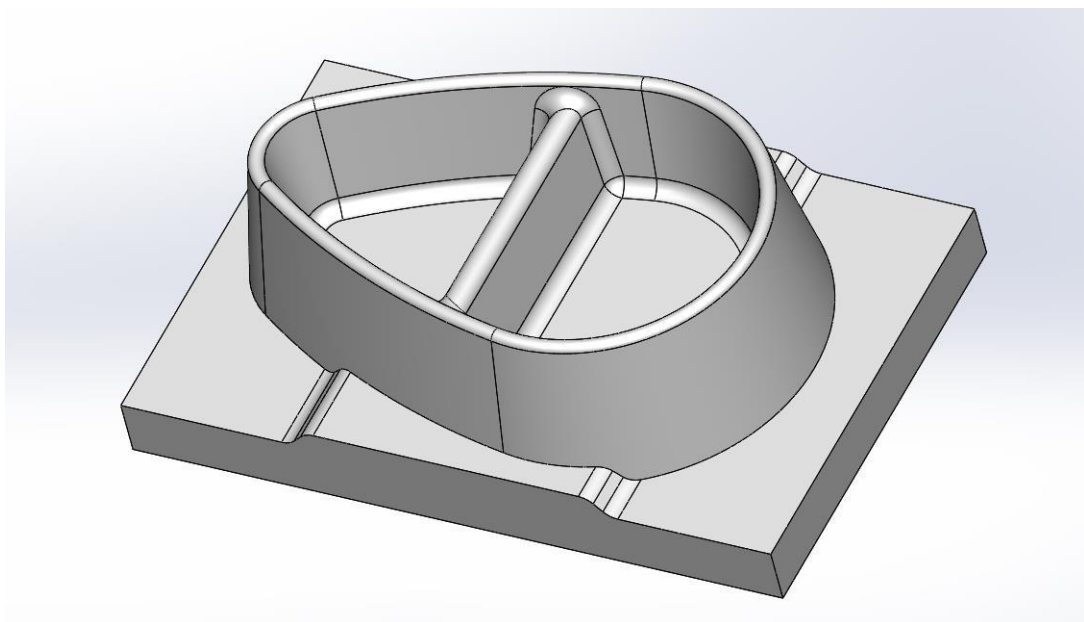


Рис.3.1. 3D-модель оброблюваної деталі

2. Задати початкові параметри.

Визначаються початкові параметри CAM-проекту: вибір контролера верстата ЧПУ, визначення заготовки (припусків) та системи координат (рис. 3.2–3.5).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 31

Станок

Станок Корзина Постпроцессор Параметры ПП Установ ОсьВращен ОсьНакл

Доступные станки

- Фрезерные станки
 - Mill - Metric
 - Mill 4 axis - Metric
 - Mill 5 axis - Metric
- Токарные станки
 - Turn Single Turret - Metric

Выбрать

Станок : Mill - Metric
Идентификатор : Milling Machine Metri
Класс мощности : Medium duty
Тип станка : Mill
Число осей : None
Макс. подача : 16500.00мм/мин
Макс. обороты : 12000.00об/мин

Выбр-еОборудов

Станок : Mill - Metric
Идентификатор : Milling Machine Metri
Класс мощности : Medium duty
Тип станка : Mill
Число осей : None
Макс. подача : 16500.00мм/мин
Макс. обороты : 12000.00об/мин

Рис. 3.2. Налаштування вкладки «Верстат»

Станок

Станок Корзина Постпроцессор Параметры ПП Установ ОсьВращен ОсьНакл

Выбр-йППроцессор :

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2020\Posts\M3Axis-Tutorial.CTL

Доступные

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2020\Posts\M3Axis-Tutorial.CTL

- M3AXIS-TUTORIAL
- M4AXIS-TUTORIAL
- M5AXIS-TUTORIAL
- MILL\ACRAMATIC-2100
- MILL\ALLENBRADLEY-8400
- MILL\ANILAM 1100
- MILL\ANILAM 6000M

Обзор...
Выбрать
 APT CL

Не показывать постпроцессоры с истекшими лицензиями

Параметр	Значение
Machine Name	MILL TUTORIAL
Controller Type	FANUC TYPE
Z Home	508.00000mm
Traverse Rate	250
Version	2020
Version Date	5-13-2019
Library Version	2020
Library Subversion	1

Рис. 3.3. Налаштування вкладки «Постпроцесор»

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 32

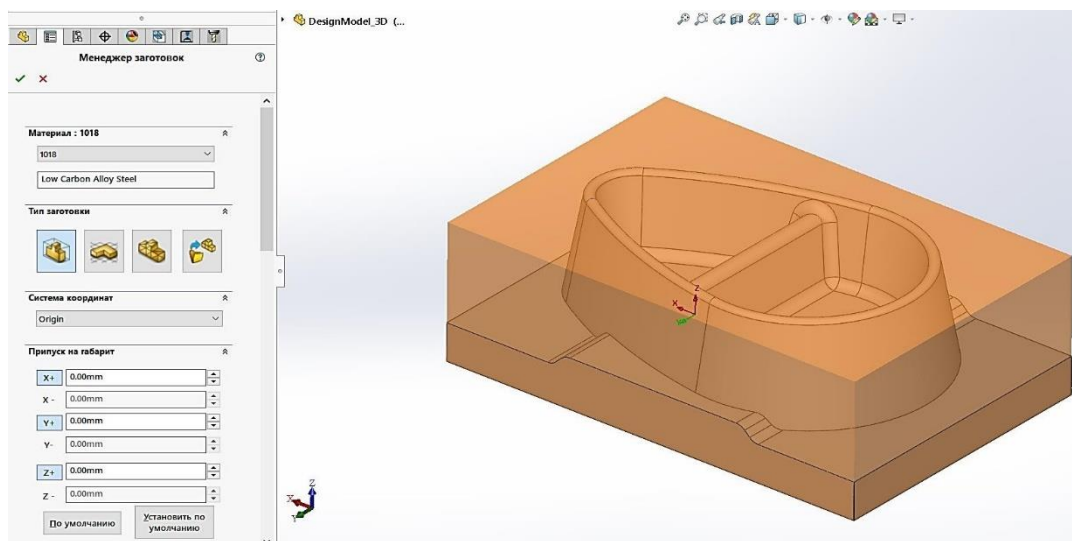


Рис. 3.4. Визначення заготовки

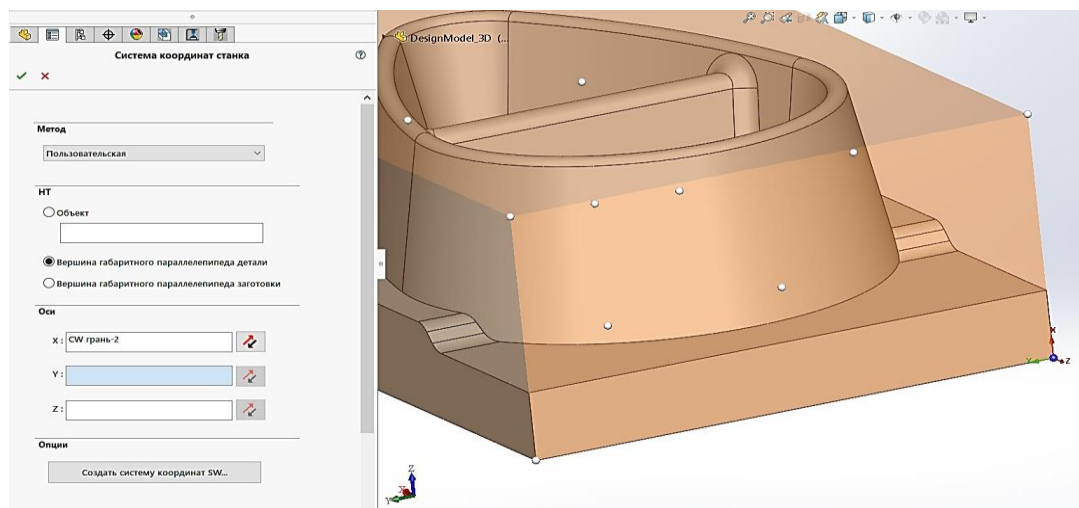


Рис. 3.5. Визначення системи координат верстата

3. Додати установ фрезерування.
4. Виконати «Извлечение элементов».
5. Згенерувати план обробки.
6. Згенерувати траєкторії.
7. Виконати симуляцію обробки.
8. Внести необхідні зміни до операцій для забезпечення якісної та безконфліктної обробки деталі.
9. Створити звіт проекту.
10. Створити CL-файл та файл керуючої програми.

Запитання для самоконтролю:

1. Порядок дій для створення установу.
2. Як виконується редагування режимів різання та стратегії обробки?
3. Як змінюється глибина різання?
4. Як формується звіт проекту?
5. Як оцінити якість обробки?
6. Порядок налаштування відображення симуляції обробки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 33

Лабораторна робота №4

ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ В SOLIDWORKS CAM

Мета роботи – поглибити практичні навички автоматизованого створення та редагування керуючих програм токарної обробки в системі SOLIDWORKS CAM.

Обладнання: комп'ютер, встановлене загальносистемне програмне забезпечення, встановлене спеціалізоване програмне забезпечення (CAM-система SOLIDWORKS CAM).

ХІД РОБОТИ:

1. Розробити 3D-модель деталі згідно варіанту (див. Додаток).
2. Визначити верстат та постпроцесор (рис. 5.1).

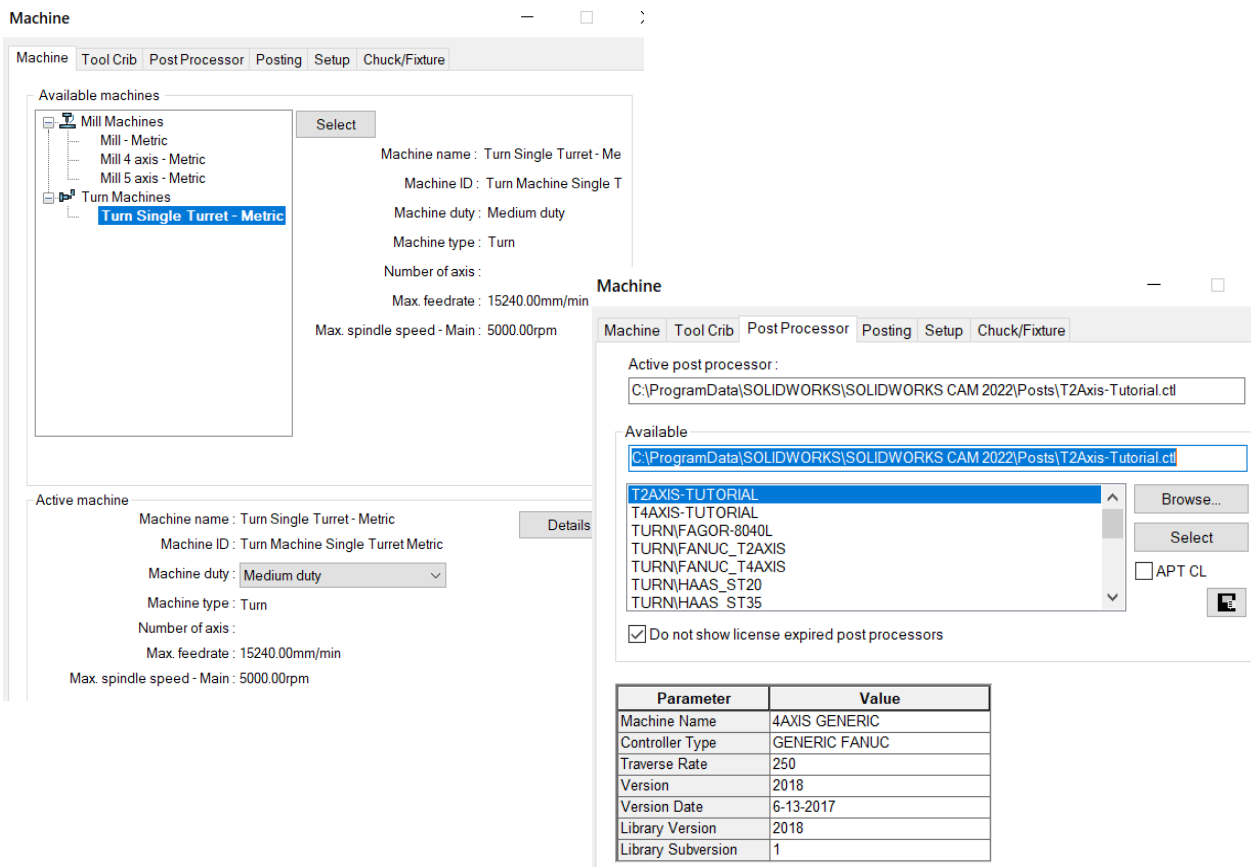


Рис.4.1. Визначення верстату та постпроцесору

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 34

3. Визначити заготовку з урахуванням довжини на закріплення у патроні(рис.4. 2). Врахувати розміри заготовки та припуски на обробку, які наведені у завданні (див. Додаток).

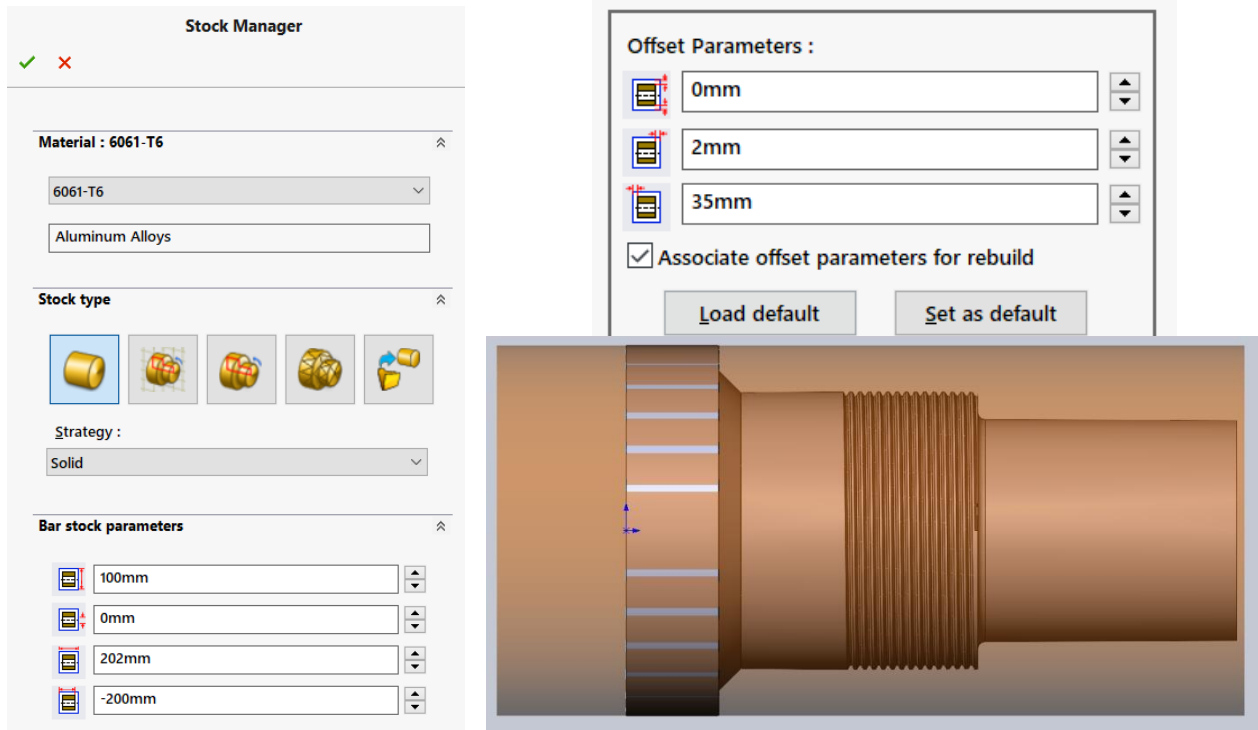


Рис. 4.2. Визначення заготовки

4. Визначити систему координат (рис. 4.3).

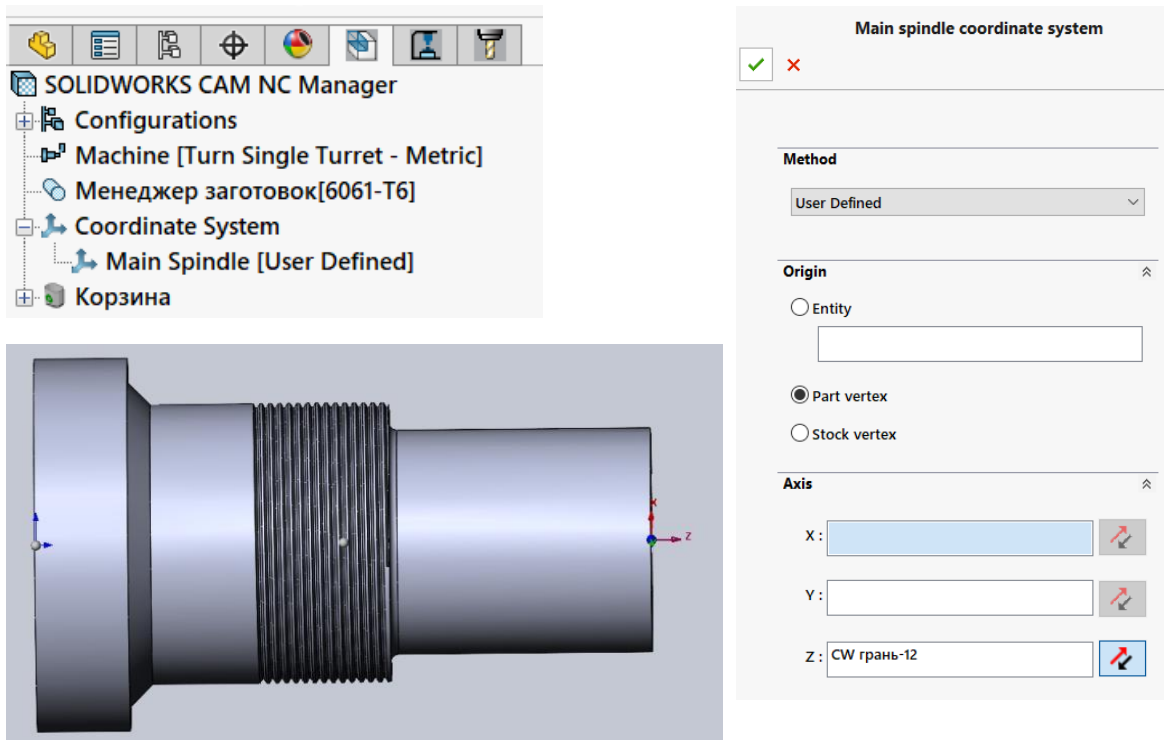


Рис. 4.3. Визначення системи координат

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 35

5. Створити токарний установ (рис. 4.4).

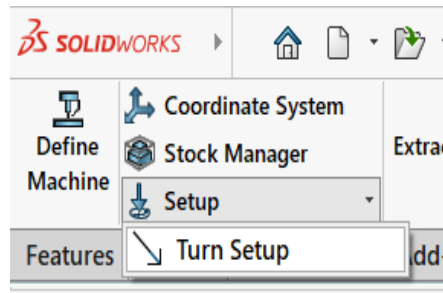


Рис. 4.4. Створення токарного установа

6. Створити операцію підрізання торця (рис. 4.5). При створенні операції як елемент обрати відрізок кривої профілю на торці деталі (виділено кольором).

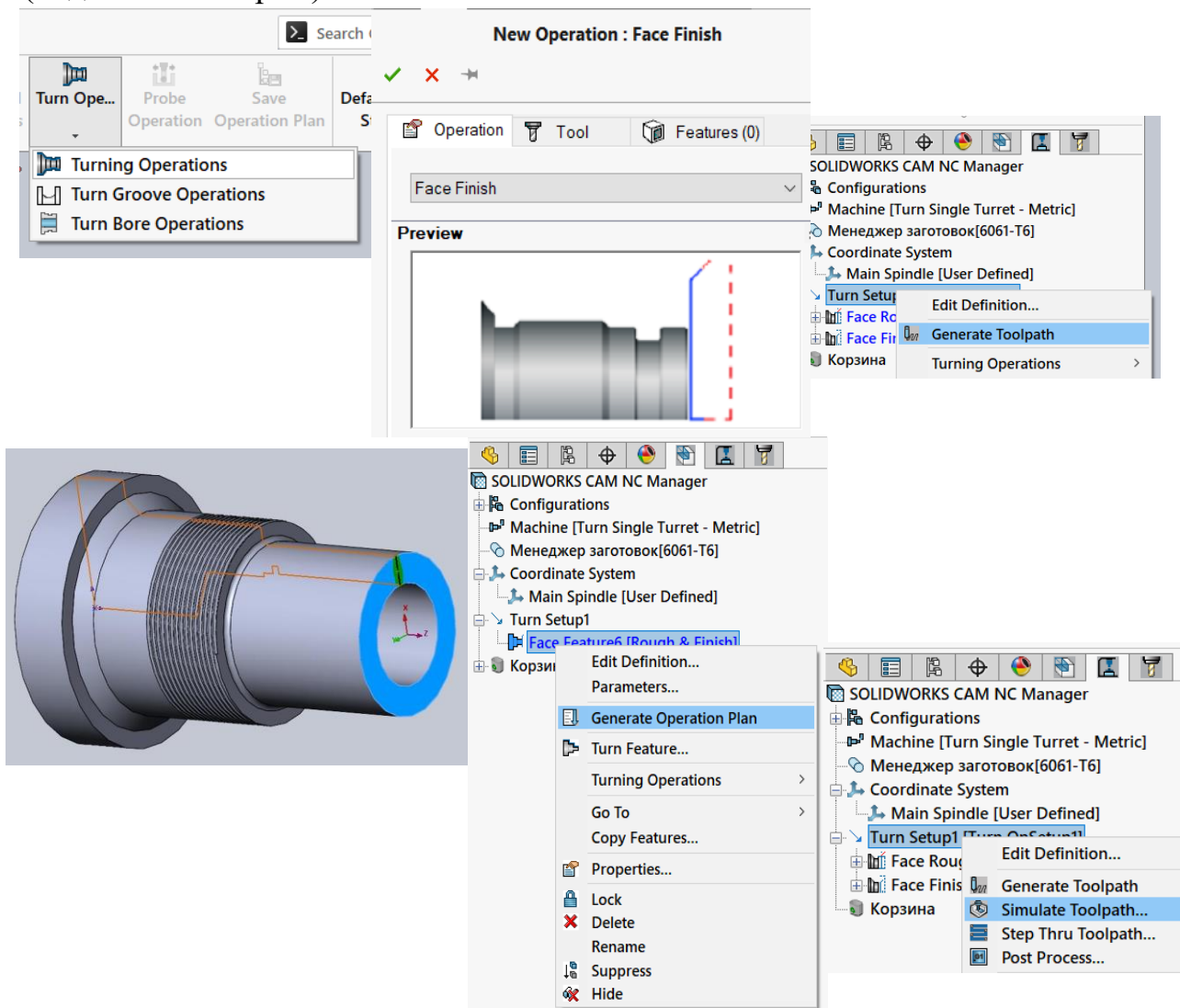


Рис. 4.5. Створення операції підрізання торця

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 36

7. Створити операцію чорнового контурного зовнішнього точіння.

При обиранні елементів профілю для обробки виділити відрізки профілю, які відповідають зовнішній обробці (темно-синій колір). Згенерувати план обробки і траєкторію інструменту. Запустити симуляцію обробки для перевірки.

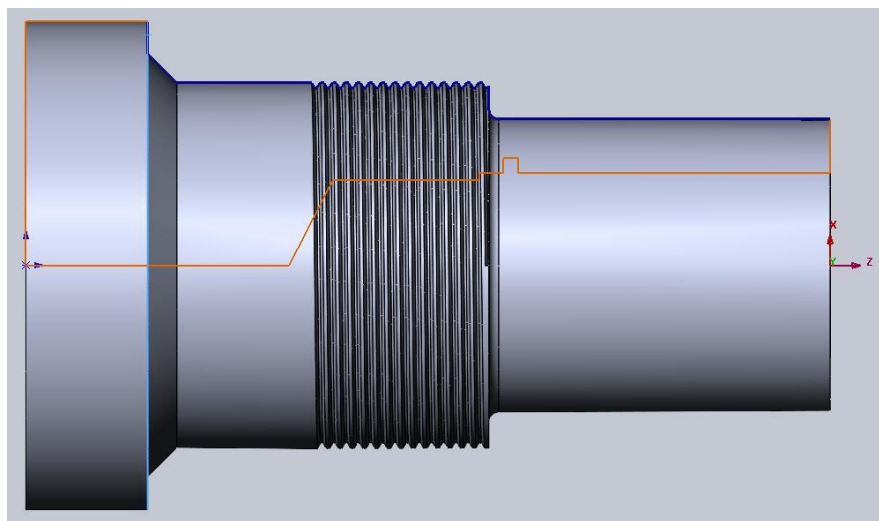
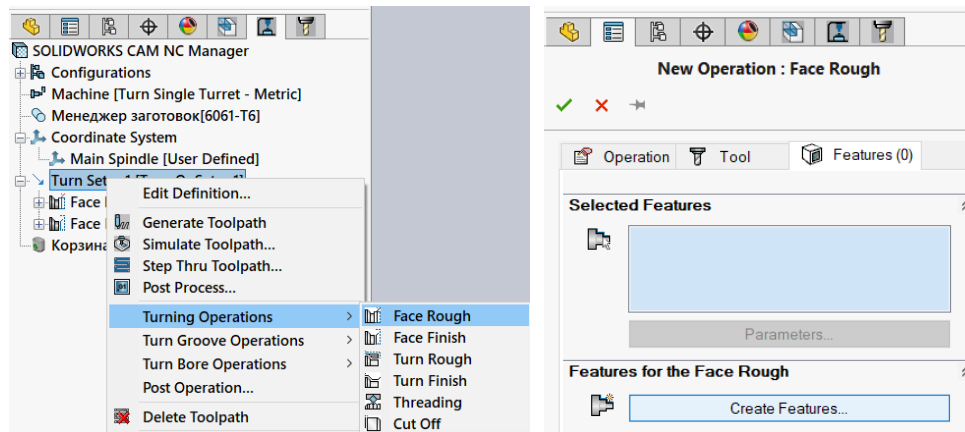


Рис. 4.6. Створення операції чорнового контурного зовнішнього точіння

8. Створити операцію чистового контурного зовнішнього точіння за аналогією із п. 7.

9. Створити операцію обробки отвору (рис. 4.7). З дерева проектування в графічній частині обрати відповідні ділянки кривої профілю у відповідному ескізі (темно- синій колір).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 37

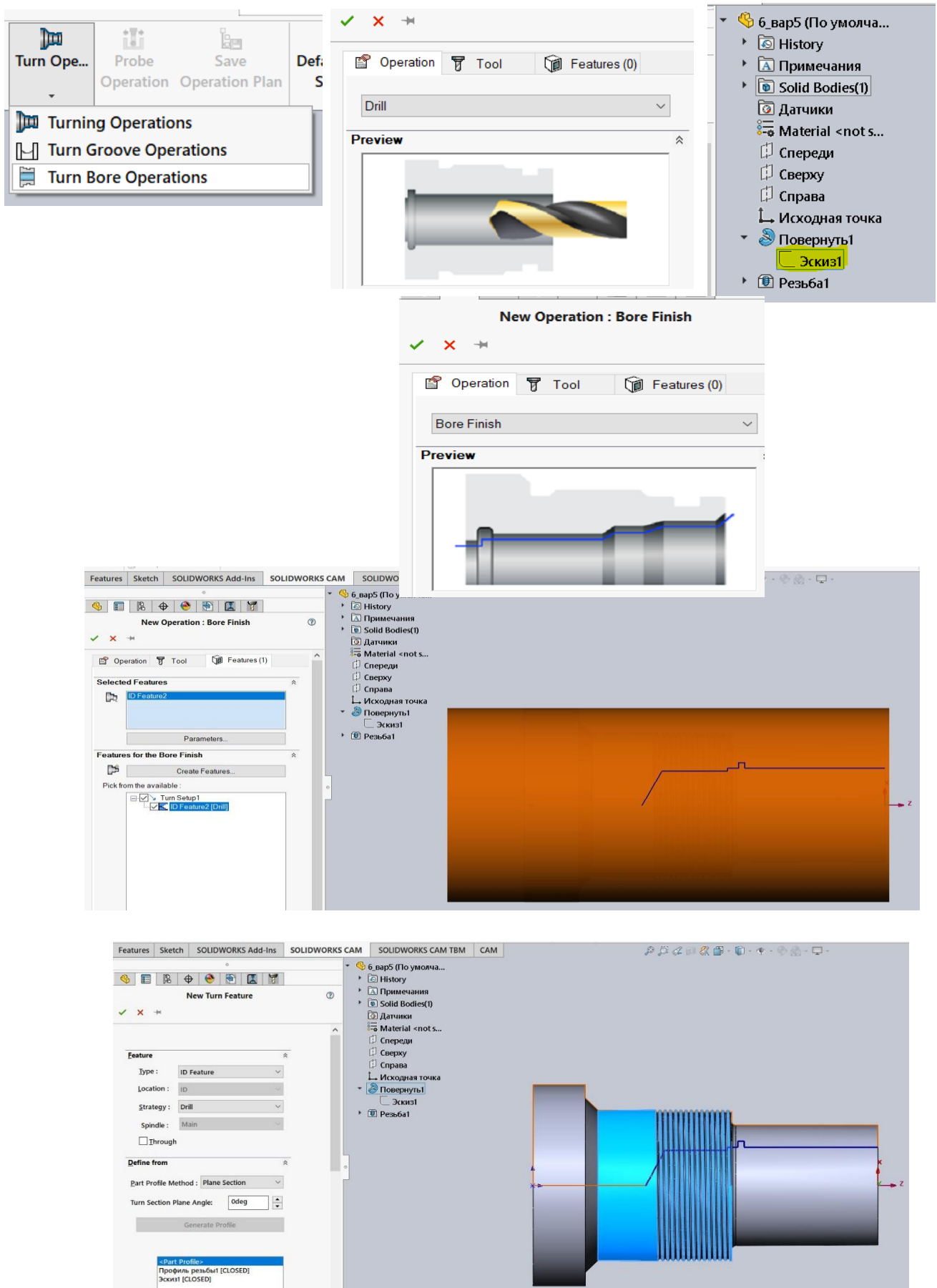


Рис. 4.7. Створення операції свердління

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 38

10. Створити операцію розточування отвору (рис. 4.8). Згенерувати план обробки і траєкторію інструменту. Запустити симуляцію обробки для перевірки.

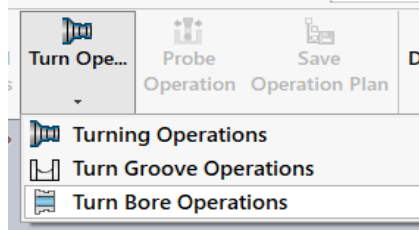
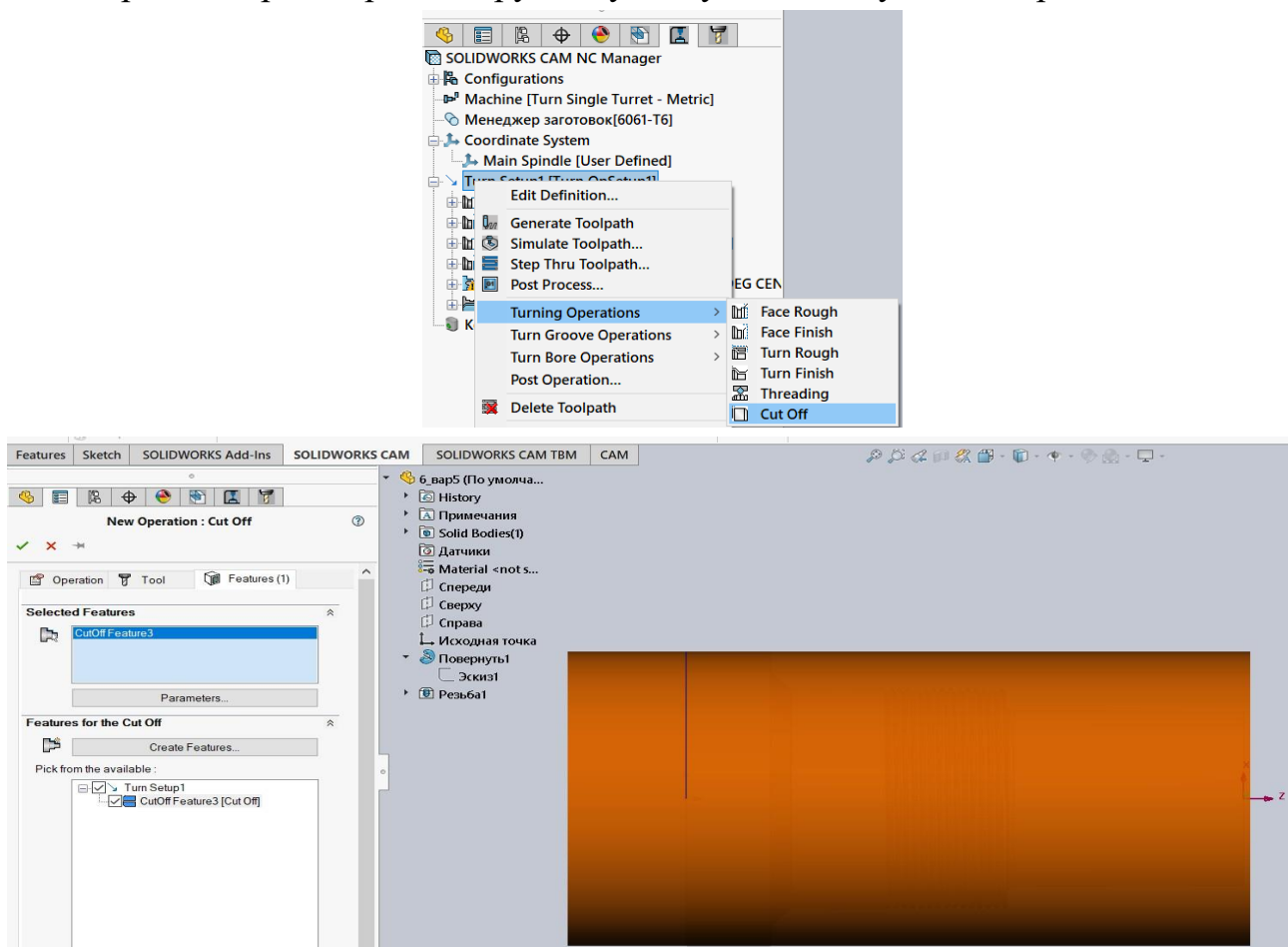


Рис. 4.8. Створення операції розточування

11. Створити операцію відрізання заготовки (рис. 4.9). Згенерувати план обробки і траєкторію інструменту. Запустити симуляцію обробки для



перевірки.

Рис.4. 9. Створення операції відрізання

- 12. Запустити симуляцію всього процесу обробки, за необхідності внести необхідні зміни у проект.**
- 13. Створити та зберегти CL-файл.**
- 14. Виконати постпроцесування, зберегти керуючу програму.**
- 15. Створити звіт проекту.**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 39

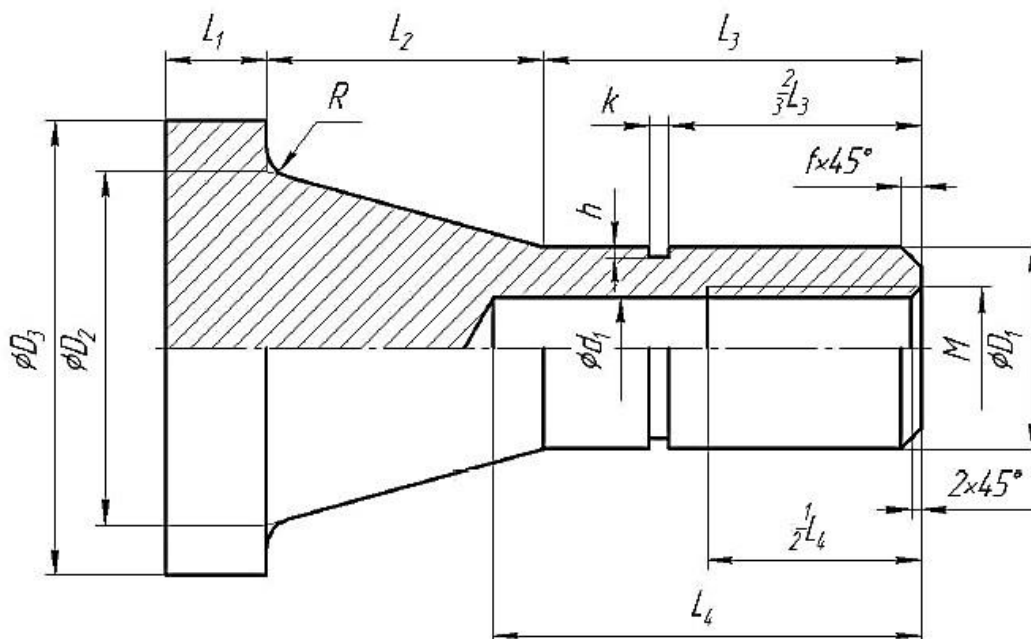
ДОДАТОК

Варіанти завдань

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 90 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 1,5 мм.



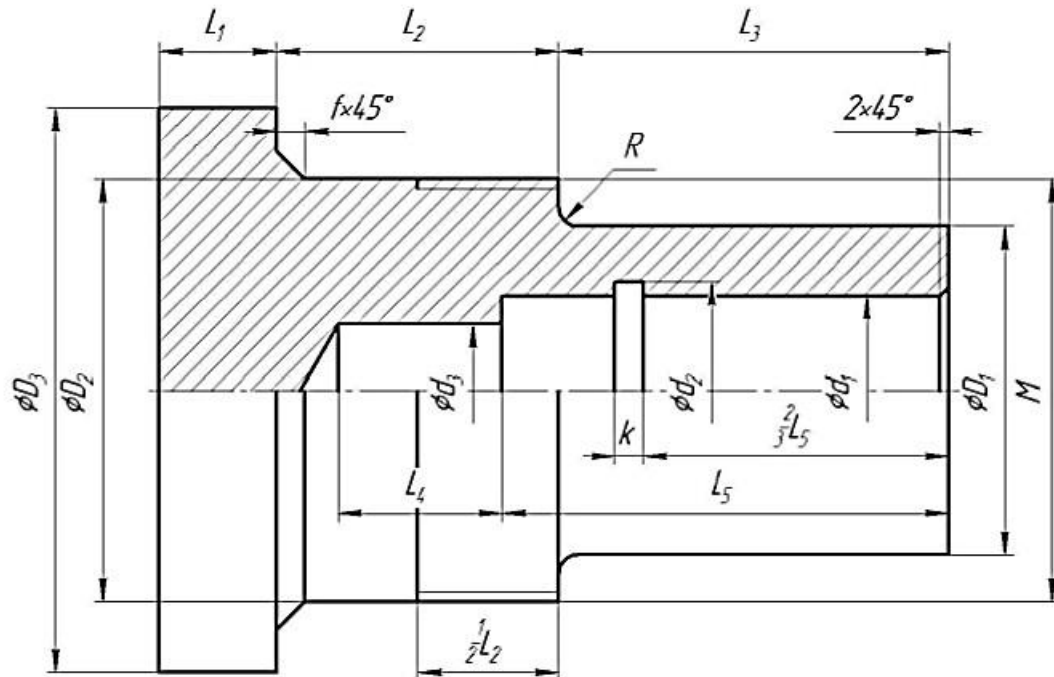
№ вар.	L ₁ , мм	L ₂ , мм	L ₃ , мм	L ₄ , мм	M, мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D ₃ , мм	d ₁ , мм	h, мм	k, мм	f, мм	R, мм
1	20	55	75	85	22	40	70	90	20	2	4	4	6
4	25	45	80	90	24	50	75	90	22	2	3	3	5
7	20	50	70	80	26	60	80	90	24	3	4	5	2
10	15	60	75	80	24	45	75	90	22	3	3	3	4
13	25	50	70	70	22	55	80	90	20	4	4	4	3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 40

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 200 мм, діаметром 100 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 2 мм.



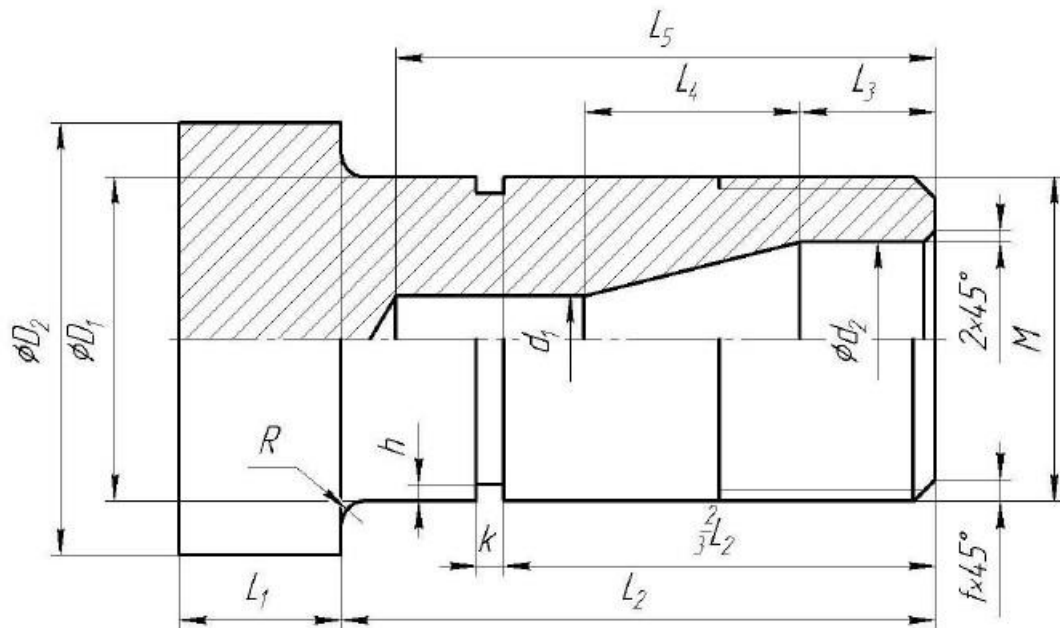
№ вар.	L ₁ , мм	L ₂ , мм	L ₃ , мм	L ₄ , мм	L ₅ , мм	M, мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D ₃ , мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	d ₃ , мм	R, мм	f, мм	k, мм
2	25	60	80	35	96	80	70	80	100	40	46	18	4	4	3
5	25	70	70	30	72	75	60	75	100	38	44	35	2	6	3
8	35	80	50	40	66	85	65	85	100	44	48	40	3	5	4
11	30	65	70	45	69	72	60	72	100	50	54	38	2	6	4
14	30	55	80	50	78	80	60	80	100	35	39	24	4	4	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 41

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 80 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 1 мм.



№ вар.	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	L_4 , мм	L_5 , мм	M , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	R , мм	f , мм	h , мм	k , мм
3	30	110	25	40	100	60	60	80	16	32	4	4	3	5
6	35	115	30	20	95	50	50	80	14	25	6	3	3	4
9	25	120	35	30	110	55	55	80	12	25	8	2	2	3
12	30	120	20	40	115	60	60	80	18	30	5	5	2	3
15	35	110	15	30	90	55	55	80	20	28	6	2	2	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 42

Лабораторна робота №5

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ В SOLIDWORKS CAM

Мета роботи – поглибити практичні навички автоматизованого створення та редагування керуючих програм токарної та фрезерної обробки в системі SOLIDWORKS CAM.

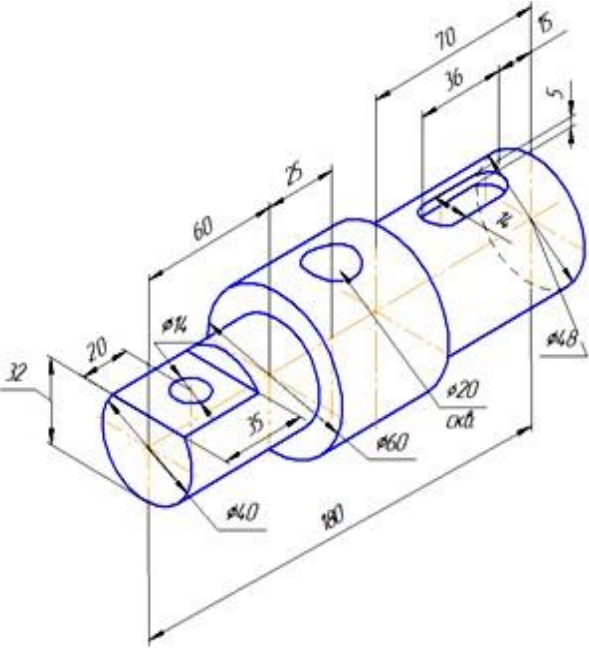
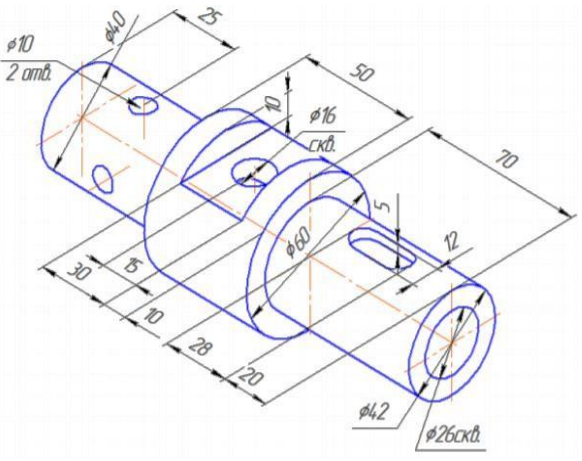
Обладнання: комп'ютер, встановлене загальносистемне програмне забезпечення, встановлене спеціалізоване програмне забезпечення (CAM-система SOLIDWORKS CAM).

ХІД РОБОТИ:

1. Створити 3D-модель деталі згідно варіанту (табл.5.1).
2. Розробити 2 технологічні процеси (токарна операція, фрезерна операція) якісної та безконфліктної обробки деталі.
3. Створити звіт проекту.
4. Створити CL-файл та файл керуючої програми.

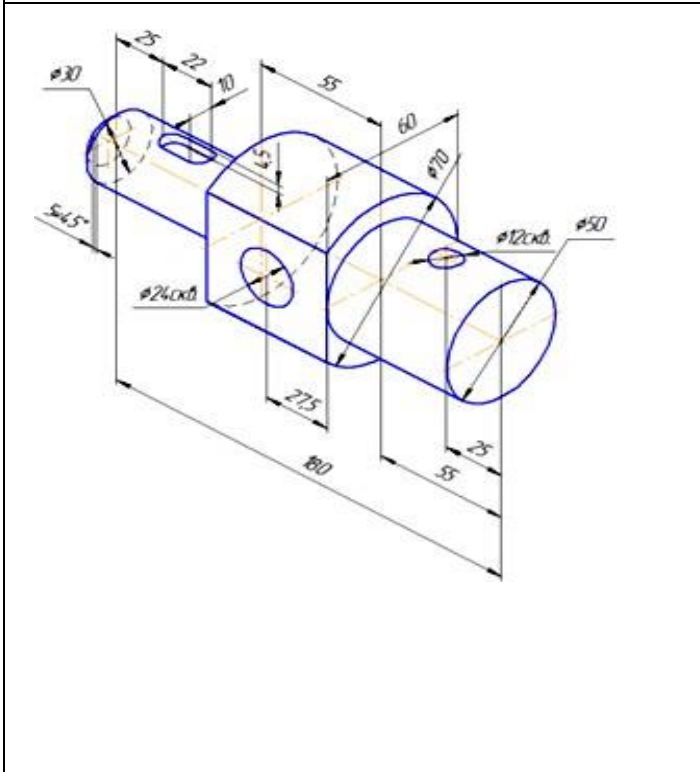
Таблиця 5.1

Завдання для виконання деталі №1

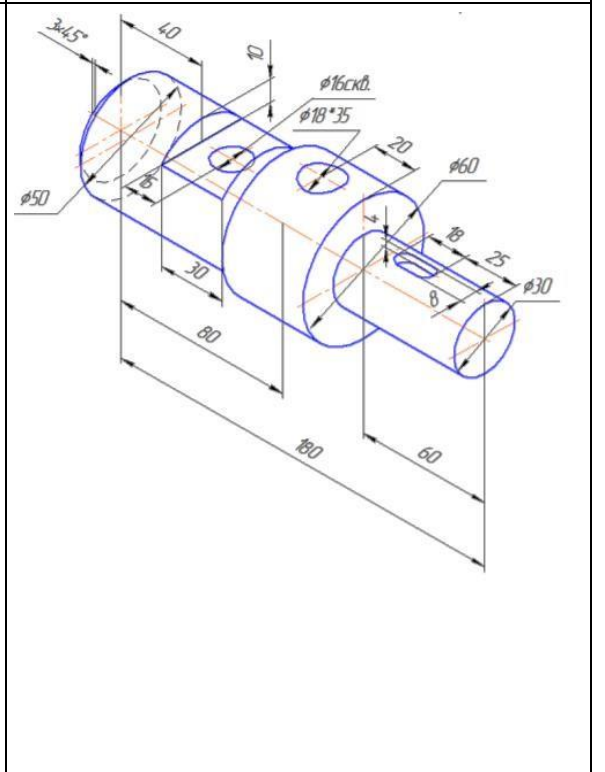
Варіант 1	Варіант 2
	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1

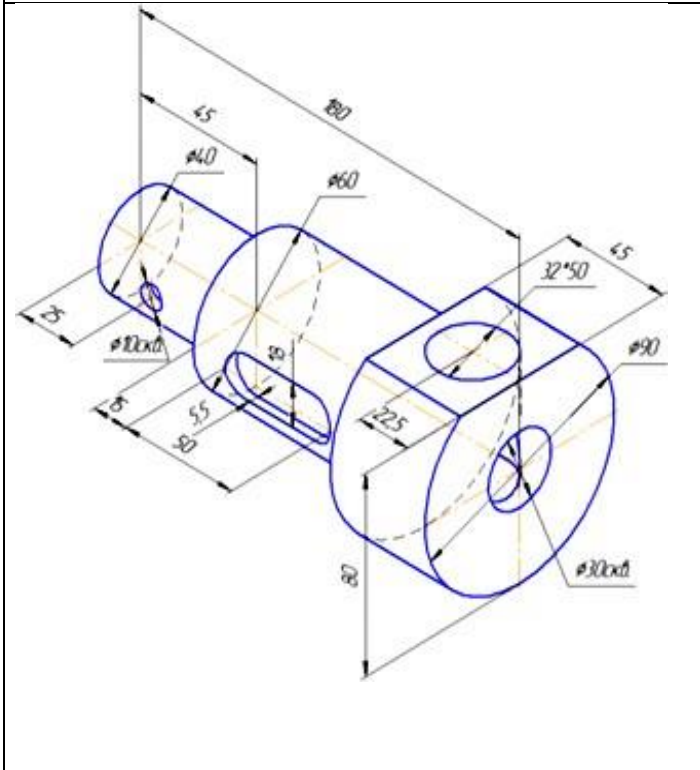
Варіант 3



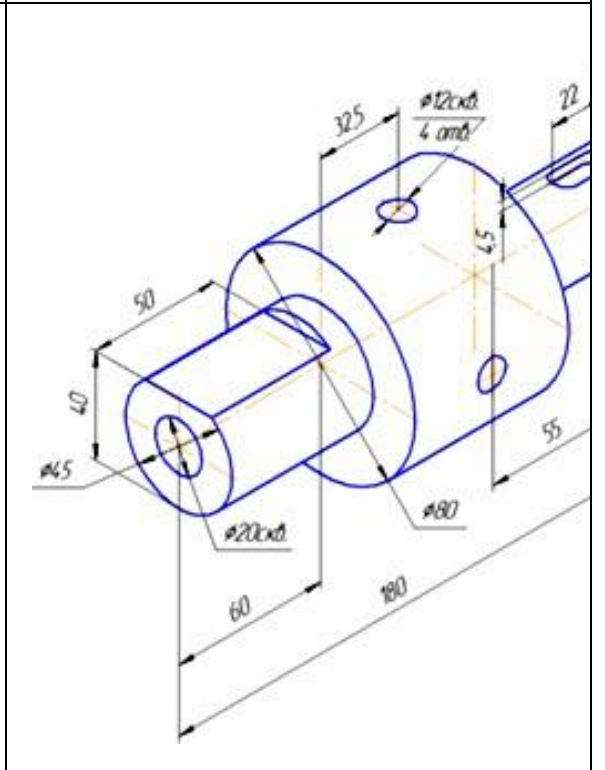
Варіант 4



Варіант 5

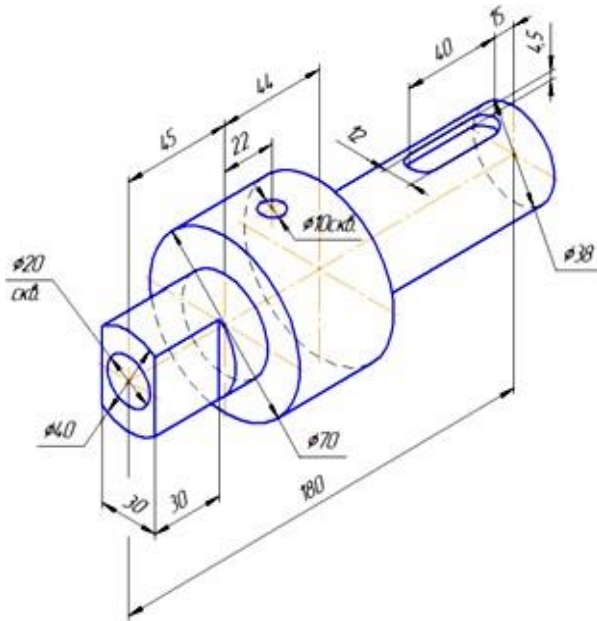


Варіант 6

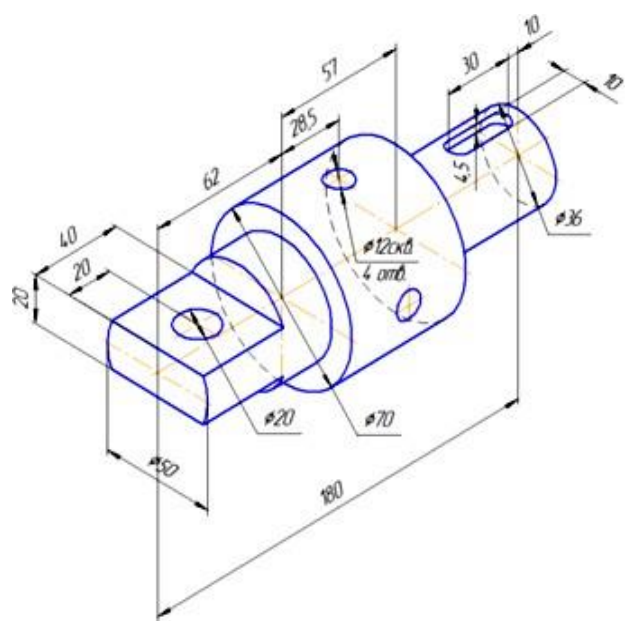


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 44

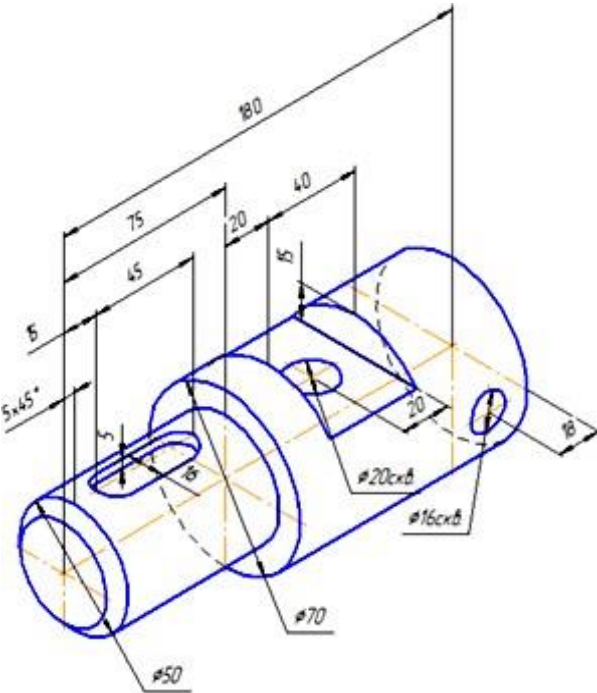
Варіант 7



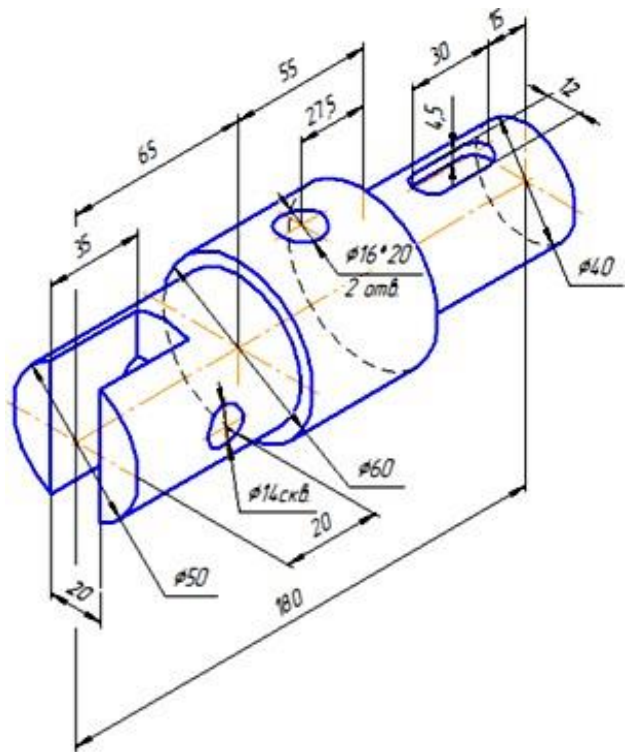
Варіант 8



Варіант 9

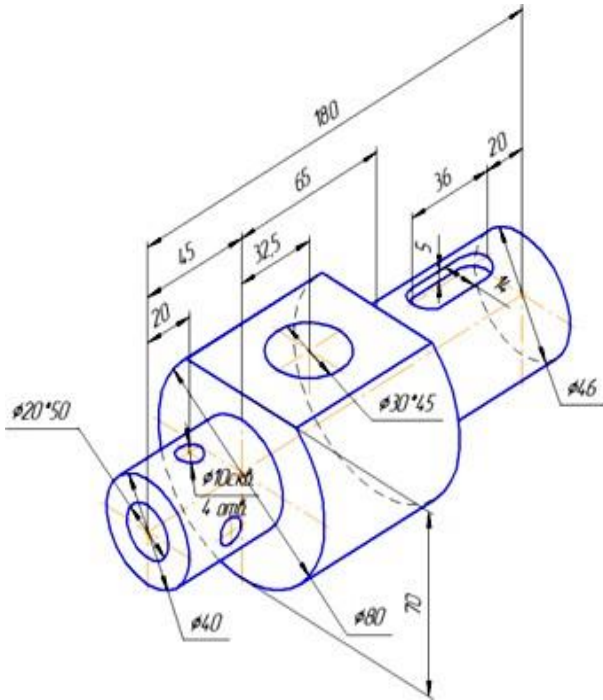


Варіант 10

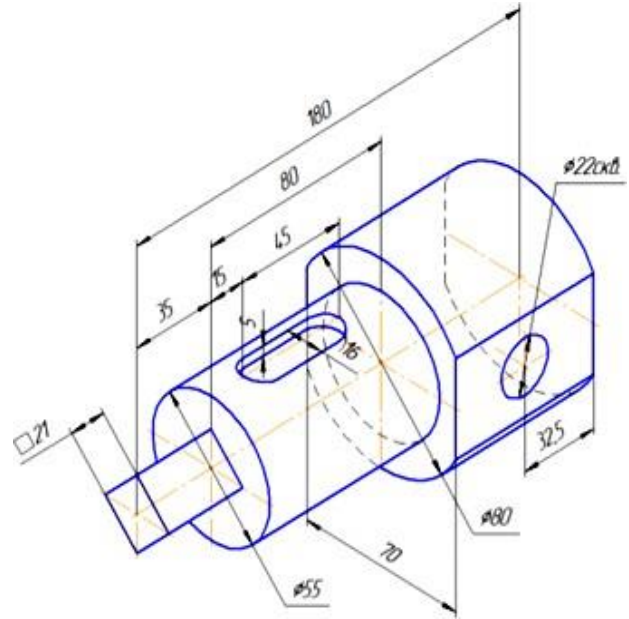


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 45

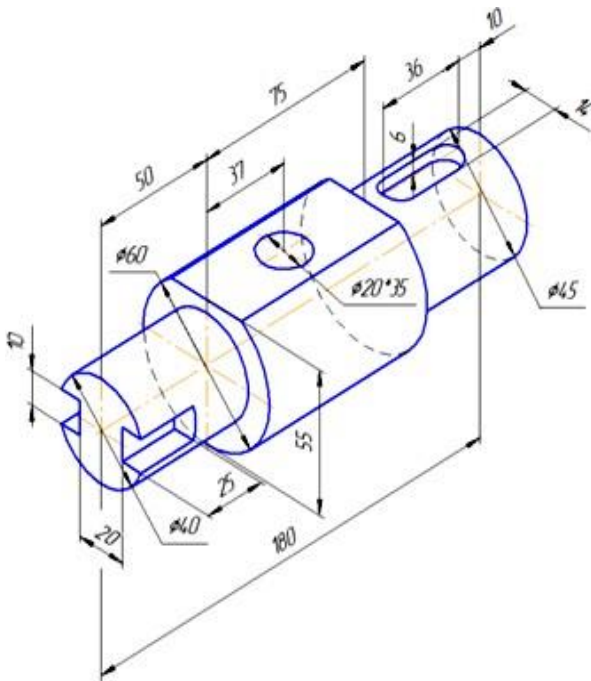
Варіант 11



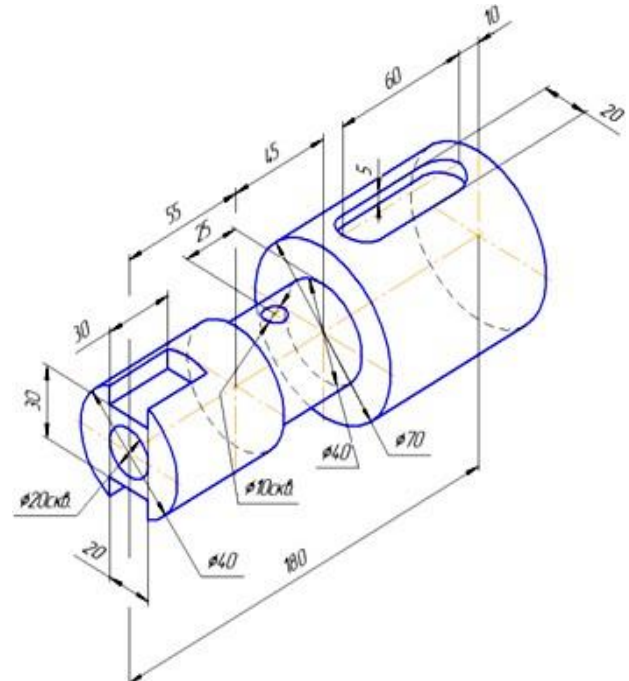
Варіант 12



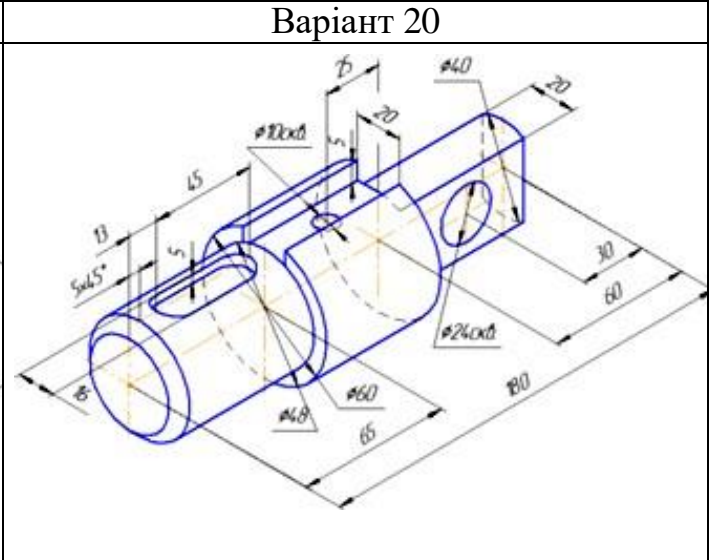
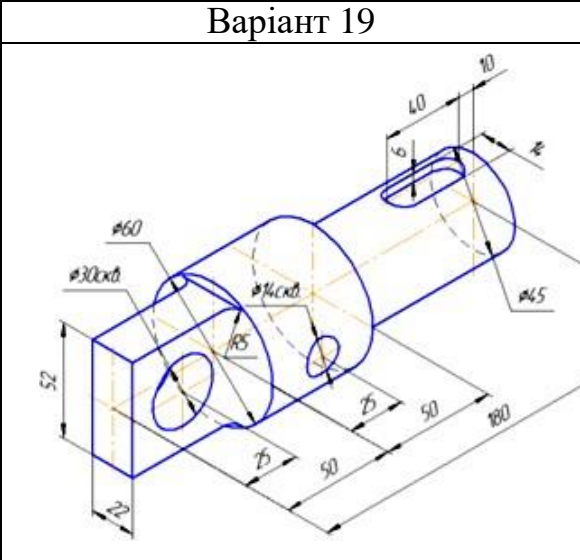
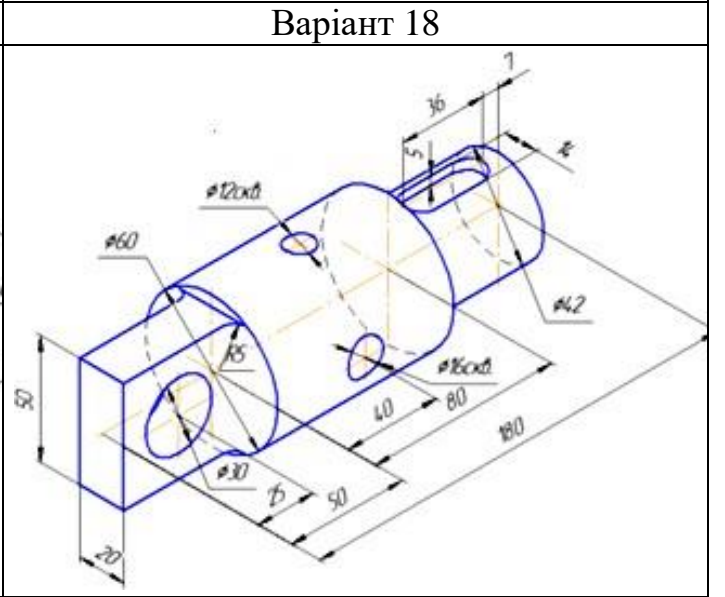
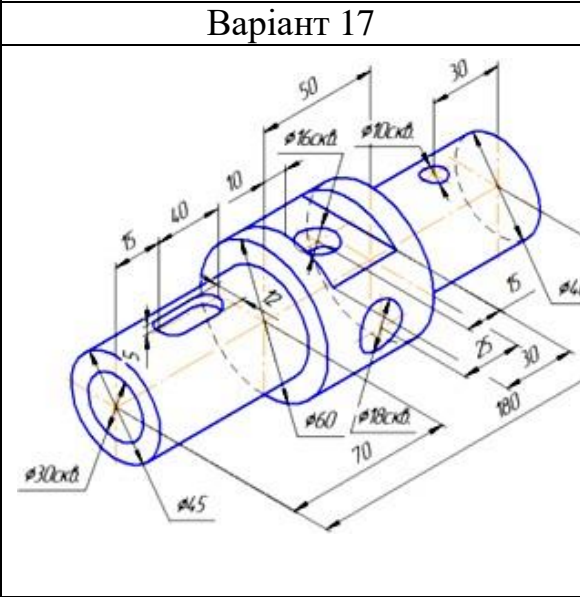
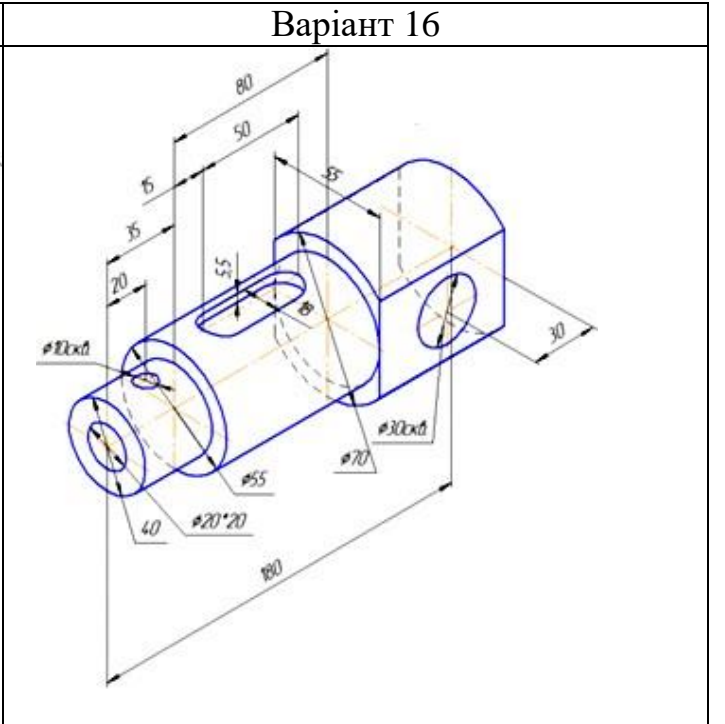
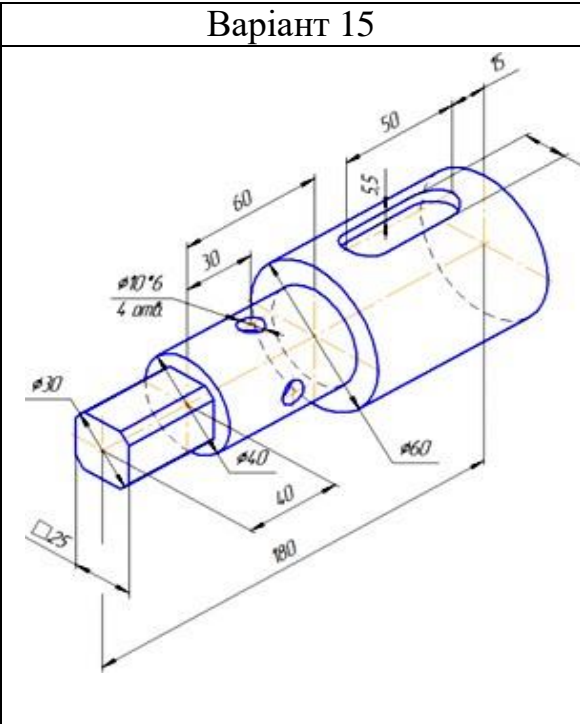
Варіант 13



Варіант 14



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 46



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 47

Лабораторна робота № 6 ПРОЕКТУВАННЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ В AUTODESK FEATURE CAM

***Мета роботи** – набути практичних навиків з установки програми Autodesk FeatureCAM та отримати навички створення керуючих програм для обробки деталей точінням.*

***Обладнання:** комп'ютер, встановлене загальносистемне програмне забезпечення.*

СИСТЕМНІ ВИМОГИ ДЛЯ AUTODESK FEATURECAM 2024:

Операційна система: Microsoft® Windows® 10 (64-розрядна версія)
Тип процесора: Багатоядерний 64-розрядний процесор, наприклад Intel® Core™ i7 або Intel® Core™ i9
Мінімум рекомендується 8 ГБ ОЗУ
16 ГБ ОЗУ або більше рекомендується для ресурсомістких компонентів.
Відеокарта NVIDIA Quadro
Не менше 2 ГБ, повністю сумісний із OpenGL 2.0
Роздільна здатність екрана 1920 x 1200
Дисковий простір 16 Гб

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись із правилами доступу до Autodesk Education plan:
<https://www.autodesk.com/education/students>
2. Підтвердити статус студента Житомирської політехніки:
<https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&filters=individual>
3. Після отримання електронного листа про доступ до Autodesk Education plan встановити програмне забезпечення.
4. Встановити програму.
5. Перевірити правильність установки.
6. Створити керуючу програму для обробки деталі точінням

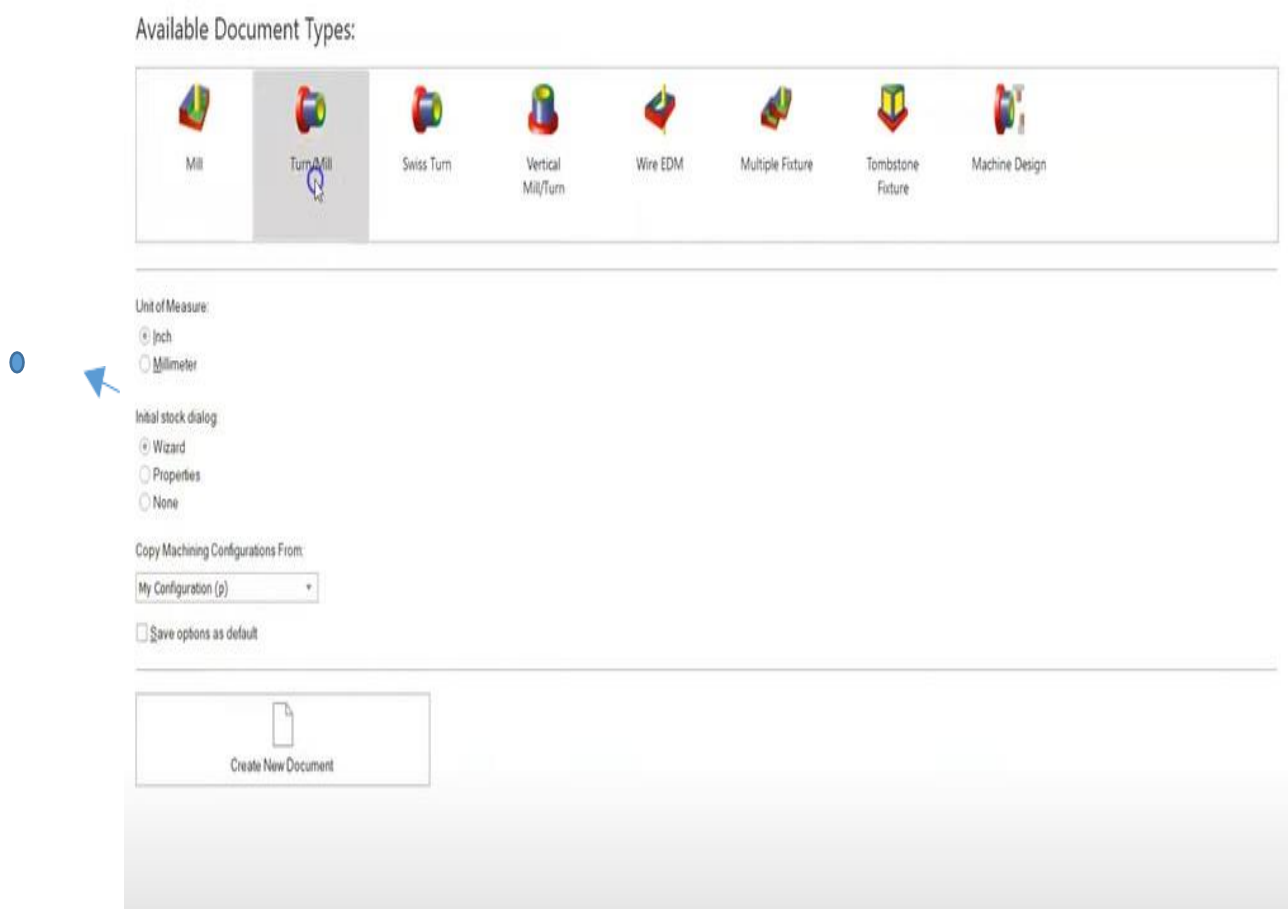
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 48

Приклад створення типової деталі токарної обробки

Даний приклад показує, як створити кілька простих елементів, згенерувати та вивести траєкторії, що використовуються для обробки деталі.

Створення нового файлу

1. При запуску FeatureCAM відкривається **New Part Document Wizard** *Майстер Нового проекту*.



2. Виберіть *Тип – Turn/Mill Точіння/Фрезерування* або **Swiss Turn Поздовжнє точіння**.
3. Виберіть **Unit of Measure** *Одиниці вимірювання (Inch Дюйми* або **Millimeter Міліметри**).

Можна вказати одиниці вимірювання за замовчуванням пізніше, вибравши у меню **Parameters Параметри > Parameters of Document Параметри проекту**.

4. Виберіть **Create New Document** *Створити новий проект*.

Визначення заготовки

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 49

Заготовка – це вихідний матеріал, з якого виготовляється деталь. За замовчуванням **Wizard Stock Майстер заготовки** (сторінка **Dimensions Розміри**) відкривається відразу, при створенні нового проекту. Це дозволяє задати форму і розміри заготовки, матеріал заготовки, нульову точку програми і систему координат для моделювання.

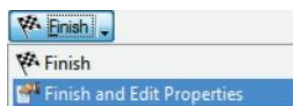
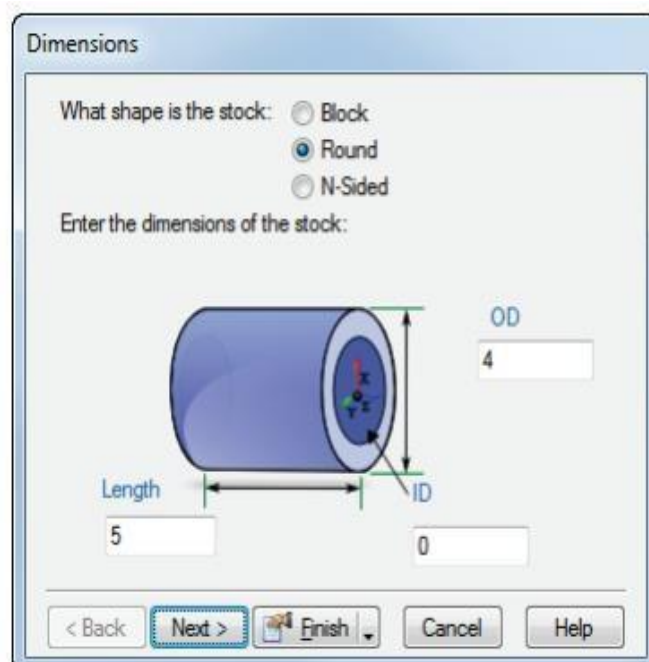
1. На сторінці **Dimensions of Wizard Stock Розміри Майстра Заготовки**:

Введіть **Length** (довжина) 125 мм.

Введіть **OD** (зовнішній діаметр) 4 (100 мм).

Введіть **ID** (внутрішній діаметр) 0 мм.

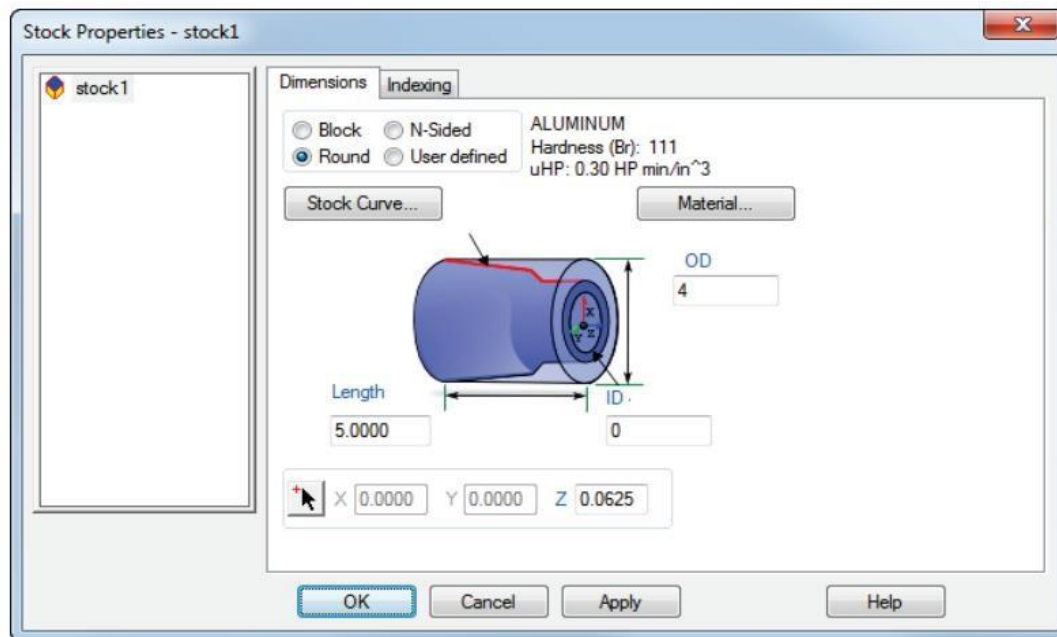
У кнопці меню **Finish** (Готово) виберіть опцію **Finish and Edit Properties option** (Прийняти і Змінити властивості).



Відкриється діалог **Stock Properties** (Властивості заготовки).

2. В діалозі **Stock Properties** (Властивості заготовки) введіть для **Z** 0,0625 (1.5 мм) і натисніть **OK**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 50

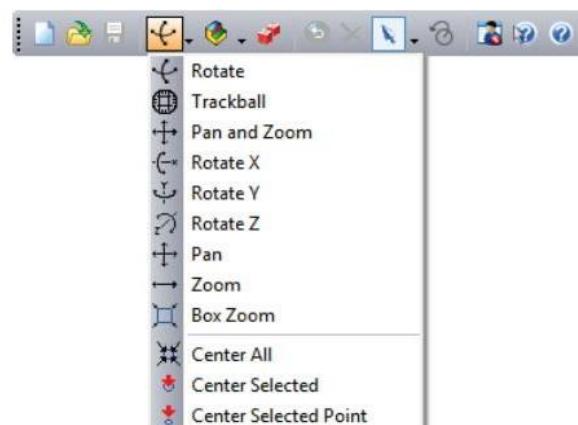


Підготовчі кроки

Підготовчі кроки визначають систему координат і набір інструментів.

1. У меню оберіть **Options > Turning Input Modes > 3D (XYZ)** (*Файл > Опції > Загальні > Діалоги*) і в виберіть **3D (XYZ)**, щоб дозволити введення координат як значення *X, Y та Z*.
2. Оберіть **Manufacturing > Set Tool Crib** (*Елементи та обробка > Набір інструментів*), щоб відкрити діалог **Select Active Tool Crib** (*Вибрати активний набір*).
3. Виберіть опцію *tools* в **Crib List** (*Список наборів*) та натисніть **OK**.
4. To display the complete part:

а) Натиснути **Rotate View**  щоб з'явилося меню **View**:



б) Натиснути **Center All** (Центрувати все)

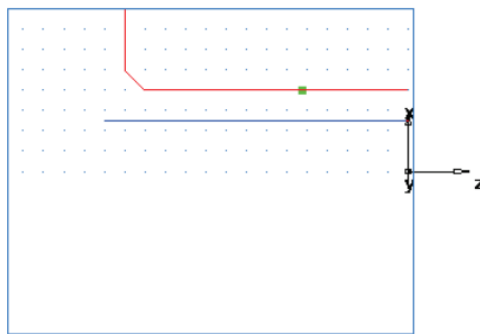
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 51



Натисніть на вкладку **View > Go to panel > Fit > Fit to screen** (*Вид > панель Перейти > Вписати > Вписати в екран*), щоб побачити деталь повністю.

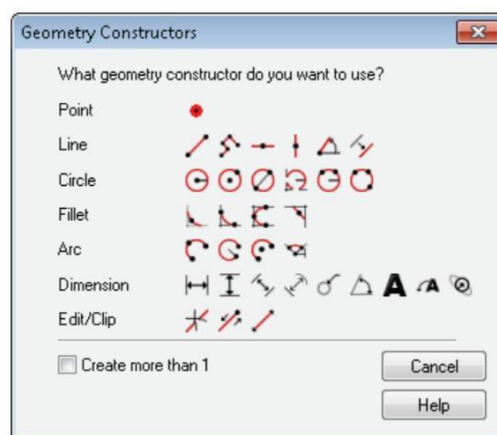
Визначення геометрії


Цей розділ показує, як проектувати деталь.



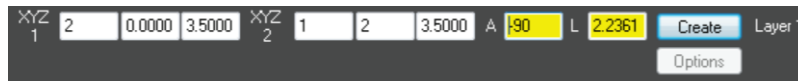
1. Створіть дві лінії:

Натисніть на крок **Geometry** (*Геометрія*) на панелі **Steps**. Це відкриває діалог **Geometry Constructors** (*Інструменти побудова геометрії*).



Виберіть **Create more than 1** опцію, і натисніть  **Line from two points** кнопку. На панелі інструментів **Feature/Geometry Edit bar**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 52

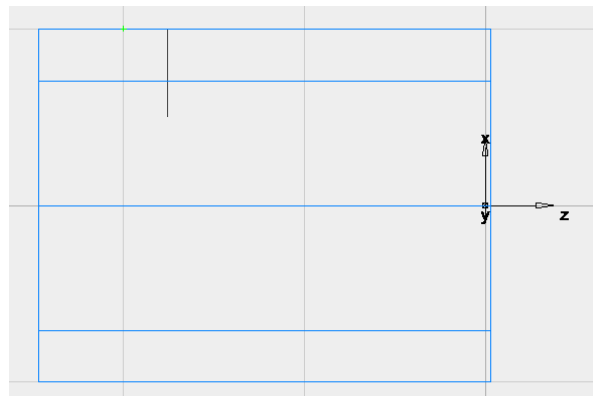


Натисніть **Create two lines**. Це відкриває панель інструментів **Feature/Geometry Edit** (Редагування елемента/геометрії).

For point 1, enter an XYZ 1 of X 2 (50 mm), Y 0, Z -3.5 (-88 mm).

For point 2, enter an XYZ 2 of X 1 (25 mm), Y 0, Z -3.5 (-88 mm).

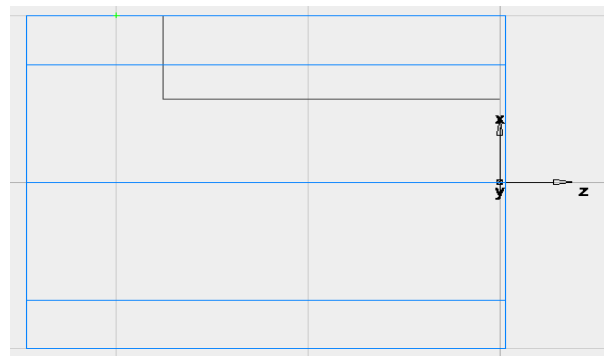
Натисніть Enter. Це малює лінію в графічному вікні



Створіть другу лінію:

Для точки 1 введіть XYZ 1: X 25 мм, Y 0, Z -88 мм.

Для точки 2 введіть XYZ 2: X 25 мм, Y 0, Z 0.



2. Створіть фаску, щоб обрізати лінії.

Натисніть на крок **Geometry** (Геометрія) на панелі **Steps**.

В діалозі **Geometry Constructors** (Інструменти побудувати геометрії) у списку опції **Fillet** (Скруглення) натисніть на кнопку **Chamfer** (Побудувати фаску).

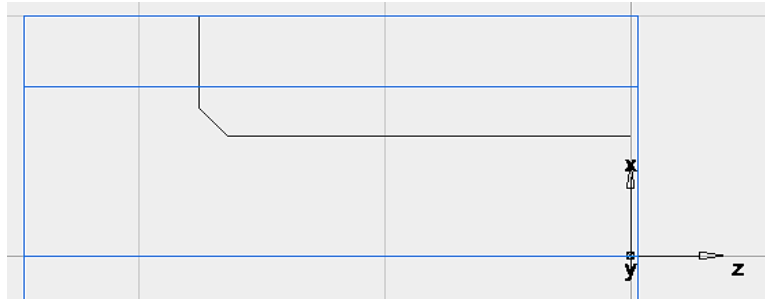
с На панелі **Feature/Geometry Edit** (Редагування елемента/геометрії), введіть:

A width (ширина) 0.25 (6 mm).

A height (висота) 0.25 (6 mm).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 53

d Розташуйте курсор поряд з розташуванням факси щоб обрати вершину відповідного кута. На цьому місці утвориться **Groove Фаска**.

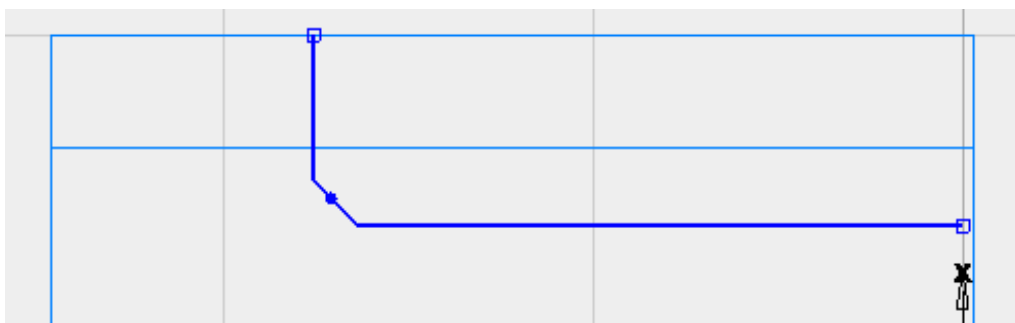


3. Для обробки деталі необхідно конвертувати ці три окремі лінії в єдину криву (об'єднати криву).

Виберіть шаг **Curves Криві** на панелі **Steps**.

В діалозі **Curves Creation (Створення ліній)** виберіть кнопку **Pick Curve Pieces (Об'єднати відрізки в незамкнену ділянку)** одним кліком миши на кожному кінці.

В графічному вікні клацніть по відрізкам. Кожен сегмент лінії змінює колір, коли його обрали.



На панелі **Feature/Geometry Edit (Редагування елемента/геометрії)** задайте ім'я кривої **turn «Точіння»** та натисніть **Enter (Створити)**.

4. Створіть третю лінію, яка буде використовуватись для створення елемента **Bore (Розточування)**.

Натисніть на крок **Geometry Геометрія** на панелі **Steps**.

В діалозі **Geometry Constructors (Інструменти побудови геометрії)** натисніть на кнопку **Line from two points (Лінія по 2 точкам)**.

На панелі **Feature/Geometry Edit (Редагування елемента/геометрії)**:

Для точки 1 введіть **XYZ 1: X 16 мм, Y 0, Z 0**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 54

Для точки 2 введіть XYZ 2: X 16 мм, Y 0, Z -94 мм.

Натисніть **Enter** (Створити).

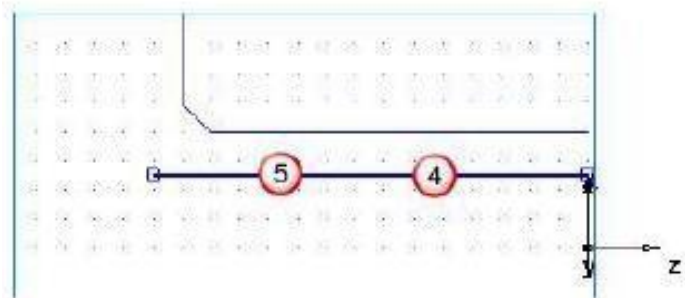
5. Щоб об'єднати криву для розточування:

Виберіть крок **Curves** (Криві) на панелі *Steps*.

В діалозі **Curves Creation** (Створення ліній) виберіть кнопку **Pick Curve Pieces**

(Об'єднати відрізки в незамкнуту границю одним кліком миши на кожному кінці).

У графічному вікні клацніть по умовним ділянкам 4 і 5 (ви обираєте одну і ту ж лінію двічі).



На панелі **Feature/Geometry Edit** (Редагування елемента/геометрії) задайте ім'я кривої **bore** «Розточування» та натисніть **Enter** (Створити).

Створення елементів

Цей розділ показує, як створювати токарні елементи.

1. Виберіть кнопку **2D Turned Profiles**  (Токарний 2D вид) на панелі інструментів **Display Mode** (Зовнішній вид), щоб увімкнути спрощене 2D представлення деталі. 

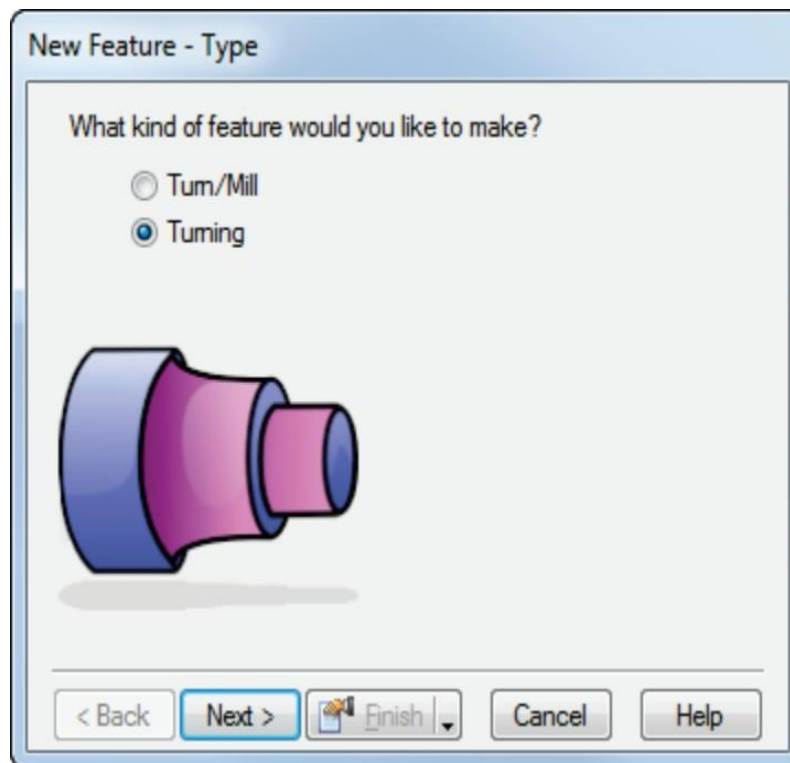
Відкрити панель інструментів **Display Mode**, виберіть **View** (Зовнішній вид) на панелі інструментів, виберіть **Display Mode**, потім натисніть **OK**.

2. Створіть елемент точіння.


Натисніть на шаг **Feature**  Елементи на панелі *Steps*.

Якщо у вас є модуль **Turn/Mill** (Точіння/Фрезерування), то майстер **New Feature** (Новий елемент) запитає вас про те, який тип елемента необхідно створити. Виберіть опцію **Turning** (Точіння) і натисніть **Next** (Далі).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 55



Виберіть **Turn** (Точіння) в секції **From Curve** і натисніть **Next** (Далі). У полі **Curve** (Крива) виберіть **Turn** (Точіння) із списку.

Натисніть на кнопку **Pick up Curve**  *Вибрати криву* для графічного вибору кривої. Діалог вікно згортається, щоб не загороджувати графічне вікно.

Клацніть криву, яку ви назвали **turn** раніше.

У цьому конкретному випадку для вибору доступні два об'єкти:

лінія і крива. Щоразу, коли ваш вибір повинен бути уточнено, FeatureCAM відкриває діалогове вікно **Select** (вибір).

У діалоговому вікні вибору виберіть **turn** і натисніть **OK**

Натисніть на криву, яку ви раніше назвали *точіння*.

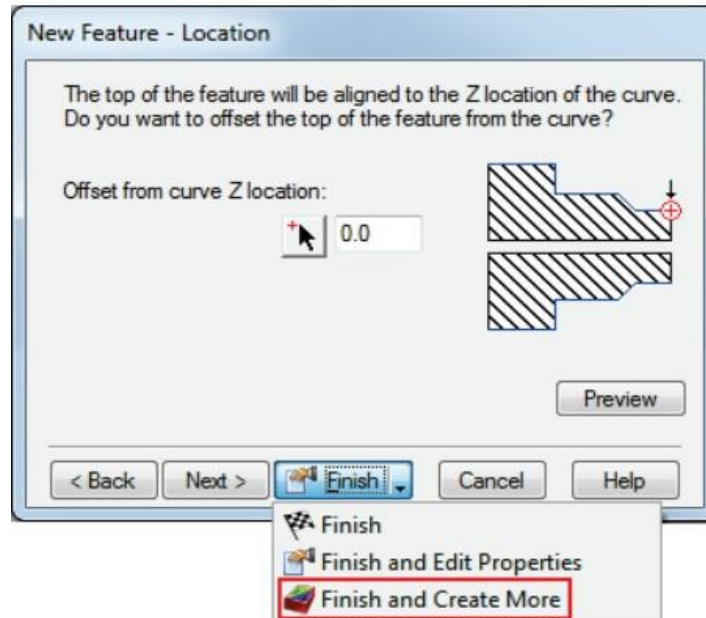
В даному конкретному випадку для вибору доступні два об'єкти: лінія і крива.

Завжди, коли необхідно пояснити вибір, FeatureCAM відкриває діалог **Select Вибір**.

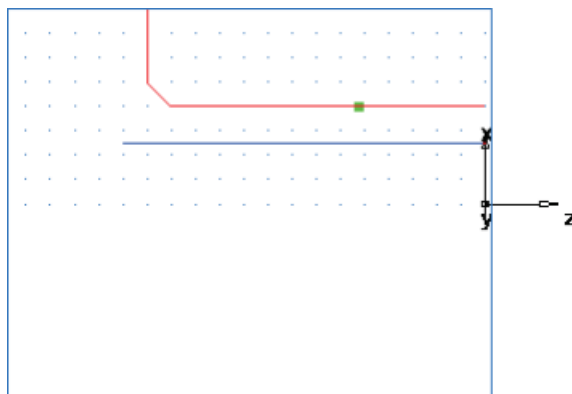
В діалозі **Select Вибір** виберіть точіння і натисніть **OK**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 56

В кнопці-меню **Finish Готово** виберіть опцію **Finish та Create More (Прийняти та Створити ще)**, щоб продовжити створення елементів.



2. Створіть елемент торець.



У майстрі **New Feature Новий елемент** виберіть опцію **Turning Точіння** і натисніть **Next Далі**.

У розділі **From Dimensions По розмірам** виберіть **Face Торець** і натисніть **Next Далі**

На сторінці **Dimensions Розміри**:

Введіть **Thickness Товщину** 1,5 мм.

Введіть **Outer Diameter Зовнішній діаметр** 100 м.

Введіть **Inner Diameter Внутрішній діаметр** 0.

Натисніть **Next Далі**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 57

Натисніть **Finish and Create More** *Прийняти й створити ще*

3. Створіть елемент отвір

У розділі **From Dimensions** *По розмірам* виберіть **Hole** *Отвір* і натисніть **Next** *Далі*

На сторінці **Dimensions**:

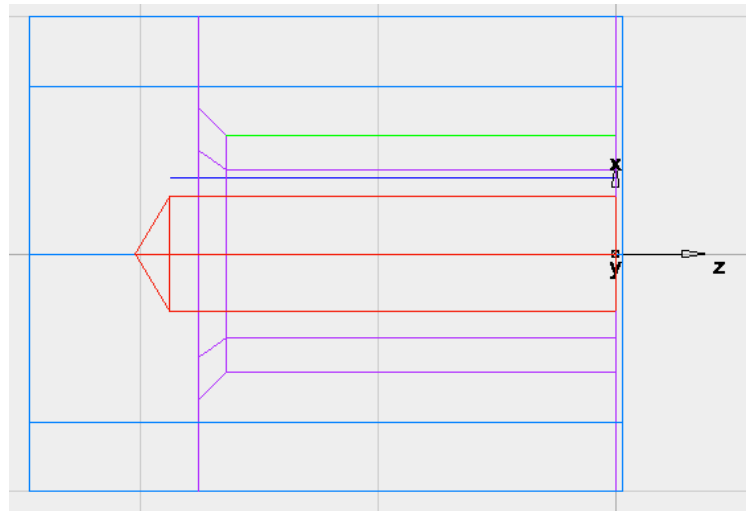
Введіть **Depth** *Глибину* 94 мм.

Введіть **Diameter** *Діаметр* 24 мм.

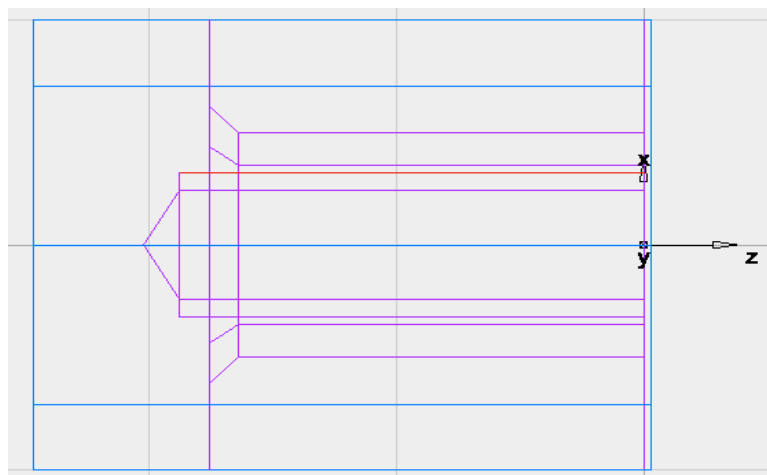
Натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Location** *Положення* введіть для **Z** 0.

Натисніть **Finish and Create More** *Прийняти та створити ще*.



4. Створіть елемент розточування, використовуючи той же метод, що і для створення елемента точіння. Використовуйте криву з назвою розточування.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 58

5. Створіть елемент різь. **Thread**

У розділі **From Dimensions** *По розмірам* виберіть **Thread** *Різьба* і натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Dimensions** *Розміри*:

Виберіть опцію **Standard Tread** *Стандартна різьба*.

Виберіть **OD** *НД*.

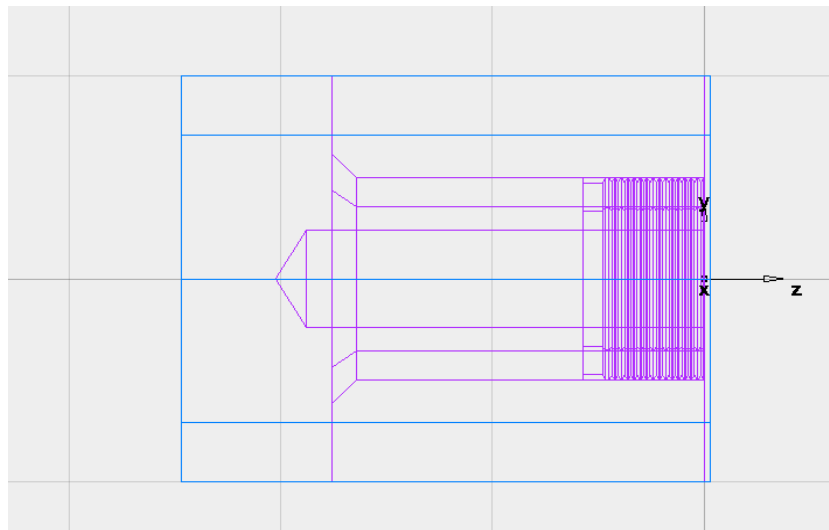
У полі **Designation** *Позначення* виберіть M50-1,5.

Виберіть **Thread** *Різьба*: **Right** *Права*.

Введіть **a Tread Length** *Довжина різьби* 24 мм.

Натисніть **Next** *Далі*.

Натисніть **Finish and Create More** *Прийняти й створити ще*.



6. Створіть елемент відрізання.

У майстрі **New Feature** *Новий елемент* виберіть опцію **Turning** *Точіння* і натисніть **Next** *Далі*.

У розділі **From Dimensions** *По розмірам* виберіть **Cut off** *Відрізання* і натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Dimensions** *Розміри*:

Введіть **Diameter** 100 мм.

Введіть **Inner Diameter** *Внутрішній діаметр* 0.

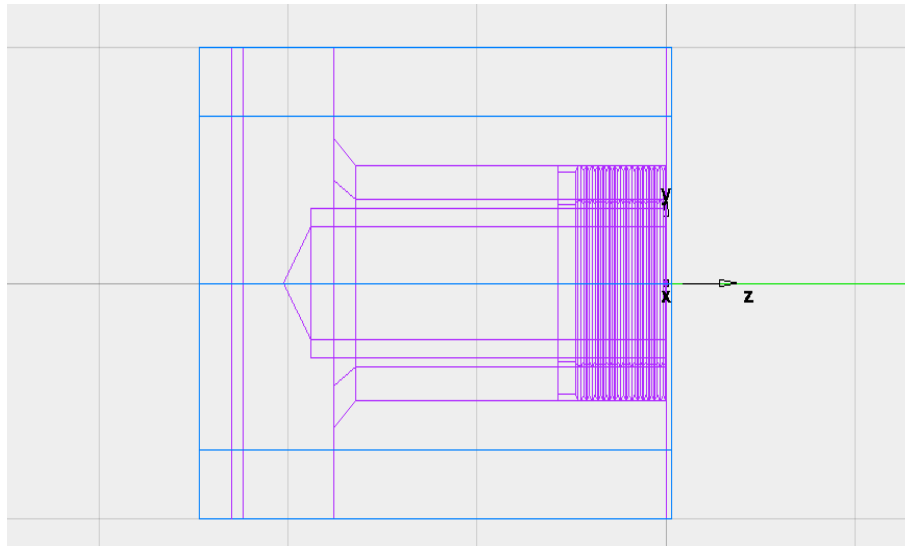
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 59

Введіть **Width** *Ширину* 3 мм.

Натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Location** *Положення* введіть Z -112 мм.

Натисніть **Finish** *Готово*.



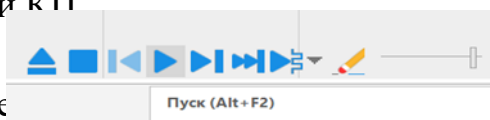
Імітація траєкторій

Після створення вами елементів FeatureCAM автоматично:

- Вибирає найбільш підходящі інструменти та операції;
- Рекомендує стратегії обробки;
- Обчислює швидкості і подачі;
- Генерує траєкторії і створює коди КТГ

Щоб переглянути імітацію траєкторій:

Натисніть **Play** *Пуск* на панелі інструме



об почати

симуляцію.

Якщо відкриється діалог **Automatic Ordering Options** *Опції автопорядку*, натисніть **OK**, щоб його закрити. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.

Натисніть на кнопку **3D Simulation** *3D імітація*, а потім натисніть **Play** *Пуск* для запуску імітації.

Відображається 3D візуалізацію процесу різання. За замовчуванням при точінні або свердлінні внутрішнього діаметра деталі відображається вид 3/4.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 60

Завдання

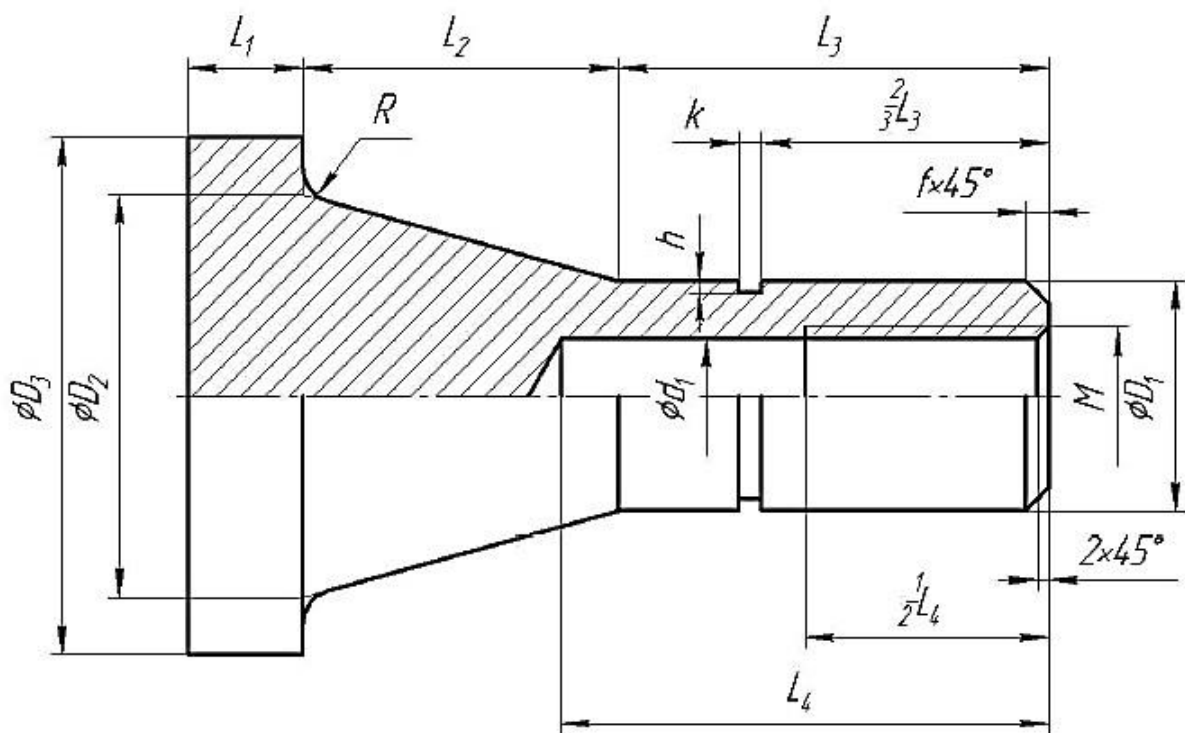
Згідно з індивідуальним варіантом, у системі FeatureCAM створити необхідні елементи токарної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата з ЧПК.

Варіанти завдань

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 90 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 1,5 мм.



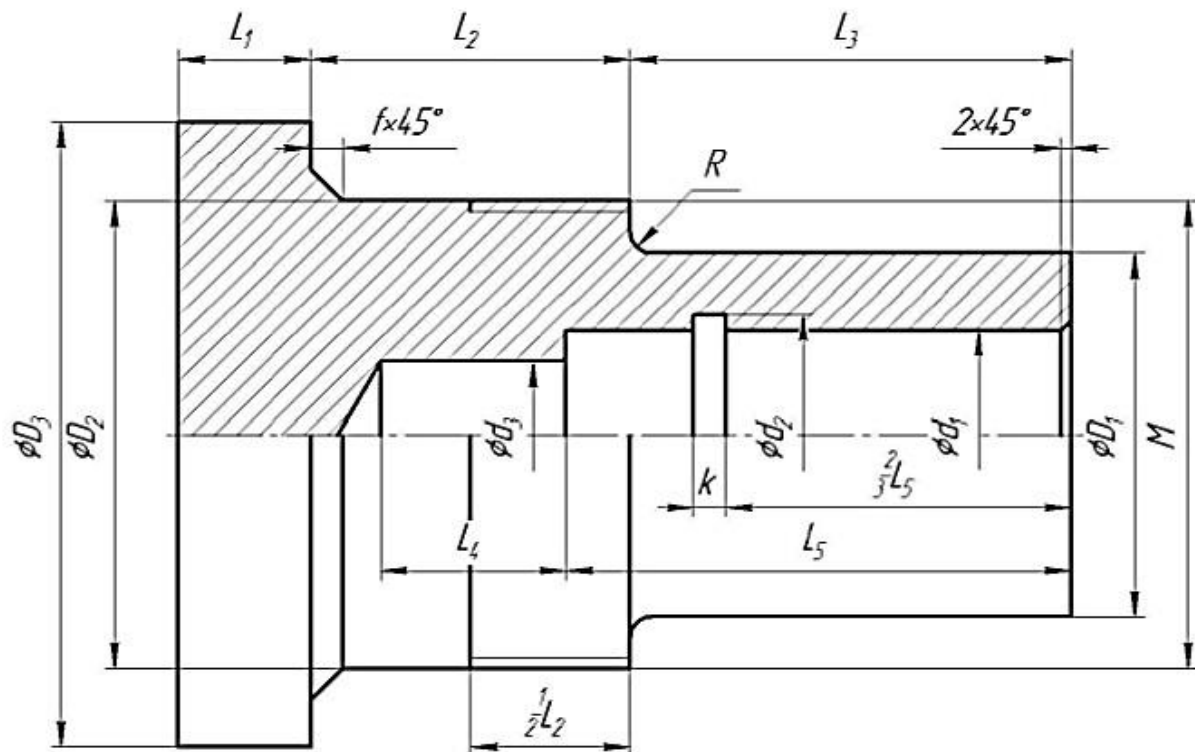
№ вар.	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	L_4 , мм	M , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	D_3 , мм	d_1 , мм	h , мм	k , мм	f , мм	R , мм
1	20	55	75	85	22	40	70	90	20	2	4	4	6
4	25	45	80	90	24	50	75	90	22	2	3	3	5
7	20	50	70	80	26	60	80	90	24	3	4	5	2
10	15	60	75	80	24	45	75	90	22	3	3	3	4
13	25	50	70	70	22	55	80	90	20	4	4	4	3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 61

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 200 мм, діаметром 100 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 2 мм.



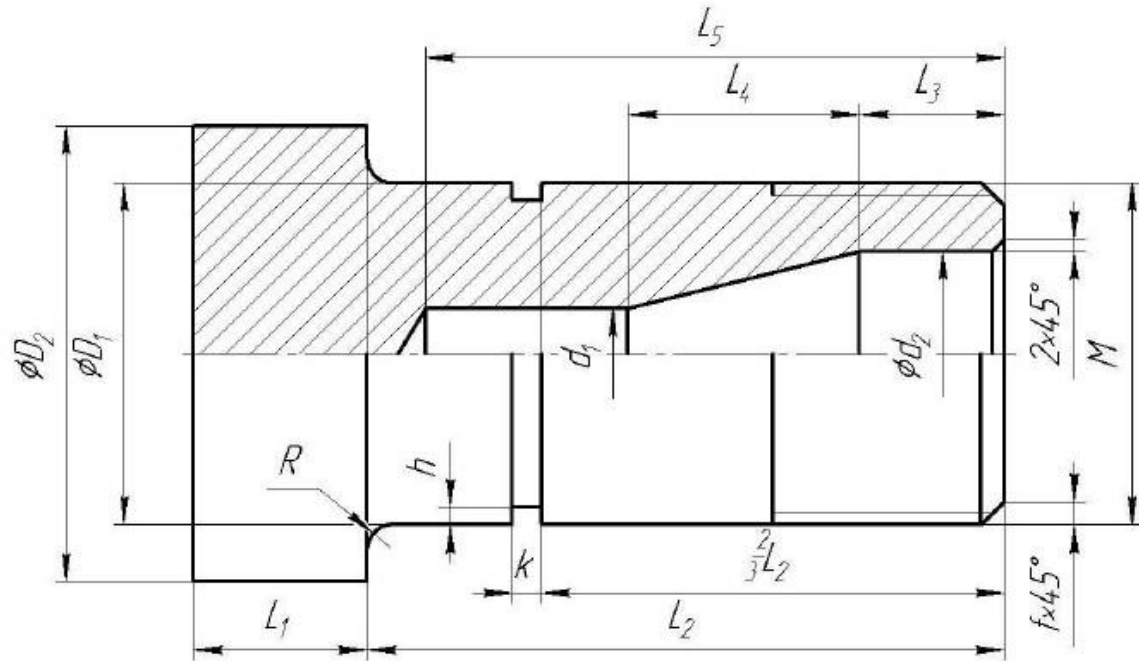
№ вар.	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	L_4 , мм	L_5 , мм	M , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	D_3 , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	d_3 , мм	R , мм	f , мм	k , мм
2	25	60	80	35	96	80	70	80	100	40	46	18	4	4	3
5	25	70	70	30	72	75	60	75	100	38	44	35	2	6	3
8	35	80	50	40	66	85	65	85	100	44	48	40	3	5	4
11	30	65	70	45	69	72	60	72	100	50	54	38	2	6	4
14	30	55	80	50	78	80	60	80	100	35	39	24	4	4	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 62

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 80 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати.
обробку торця здійснювати з припуском 1 мм.



№ вар.	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	L_4 , мм	L_5 , мм	M , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	R , мм	f , мм	h , мм	k , мм
3	30	110	25	40	100	60	60	80	16	32	4	4	3	5
6	35	115	30	20	95	50	50	80	14	25	6	3	3	4
9	25	120	35	30	110	55	55	80	12	25	8	2	2	3
12	30	120	20	40	115	60	60	80	18	30	5	5	2	3
15	35	110	15	30	90	55	55	80	20	28	6	2	2	4

Література:

Підготовка керуючих програм у системі FeatureCAM. Методичні вказівки до лабораторних занять з обов'язкової дисципліни «САПР верстатів та інструментів» для студентів за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування денної форми навчання / Укл.: Кологойда А.В. Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 143 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 63

Лабораторна робота №7

ПРОЕКТУВАННЯ 2.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В AUTODESK FEATURECAM

Мета роботи -вивчити можливості FeatureCAM по створенню елементів деталей що оброблюються у режимі 2.5D-фрезерування. Навчитись створювати керуючі програми.

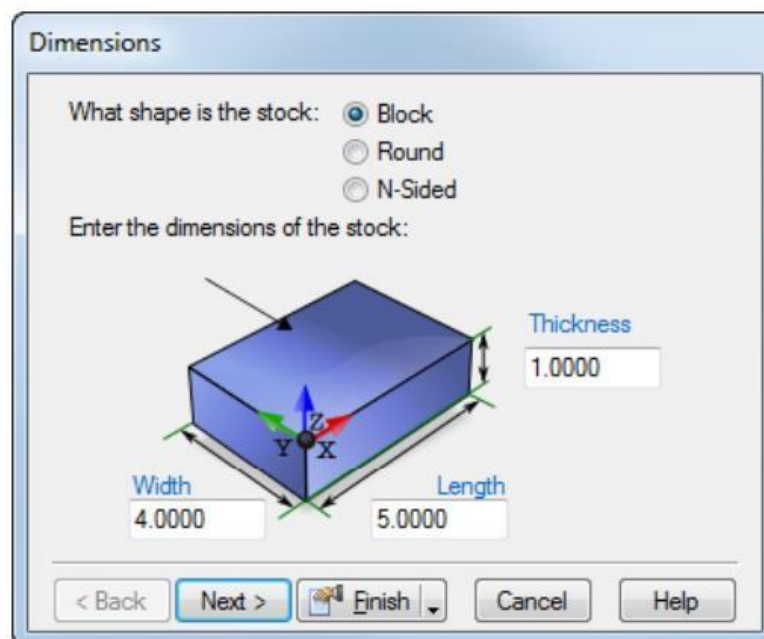
Приклад створення типової деталі 2.5D-фрезерної обробки

Даний приклад показує як створити декілька простих елементів, згенерувати траєкторії, що використовуються для обробки деталі та вивести їх. А також пояснює основні принципи та методи керування порядком операцій.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1, однак у якості типу обробки необхідно вибрати **Milling** *Фрезерна операція*, одиниці вимірювання – міліметр.

Визначення заготовки

На сторінці **Dimensions** *Розміри* майстра **Stock** *Заготовка*:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 64

Введіть **Thickness Товщину** 1 (25 мм).

Введіть **Width Ширину** 4 (100 мм).

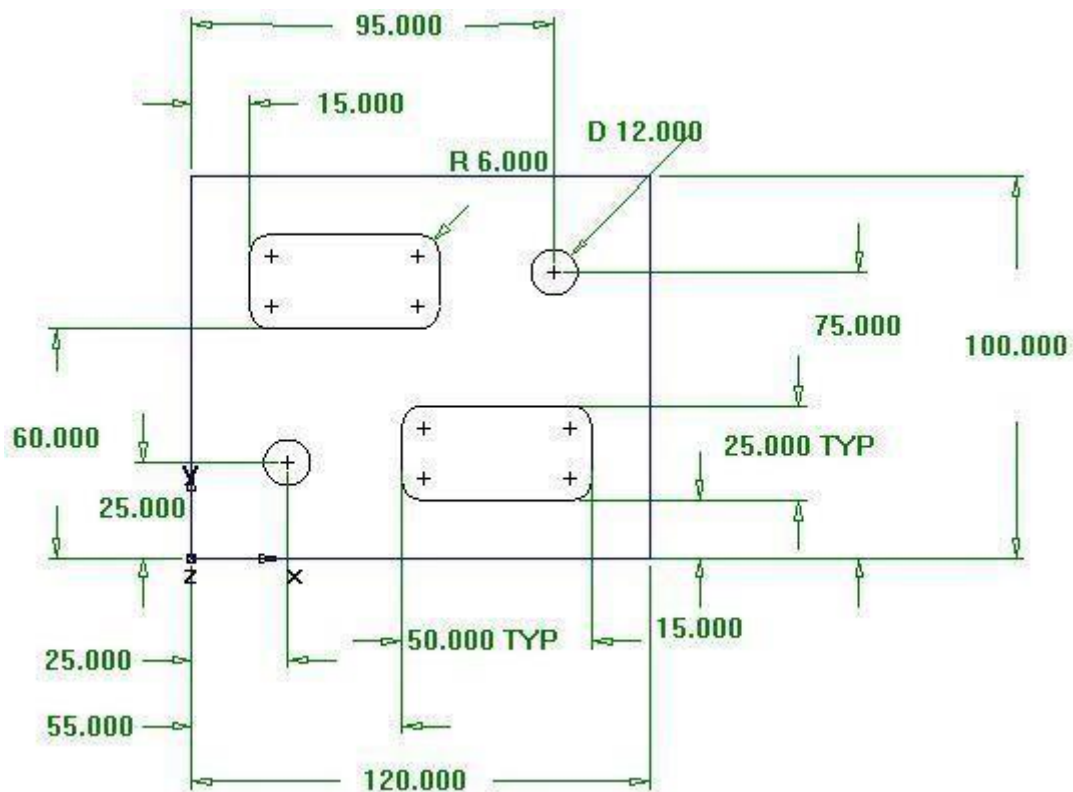
Введіть **Length Довжину** 5 (120 мм). □

Натисніть **Finish Готово**.

- Натисніть **OK**, щоб прийняти значення за замовчуванням майстра **Stock Properties Заготовка**.


Створення елементів

Цей крок показує, як створити елементи **Hole Отвір** і **Прямокутний карман**.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 65

1. Створіть елемент **Hole** Отвір.

Натисніть на шаг **Feature** Елементи  на панелі **Steps** Кроки.

В майстрі **New Feature** Новий елемент виберіть **Hole** Отвір у розділі

From Dimensions По розмірам і натисніть **Next** Далі.

Введіть **Diameter** Діаметр 12 мм і натисніть **Next** Далі.

Введіть положення центру отвору: X 25 мм і Y 25 мм; і натисніть

Next Далі.

Відкриється сторінка **Strategies** Стратегії. Ця сторінка керує типами операцій, що використовуються для різання елемента. Операції за замовчуванням

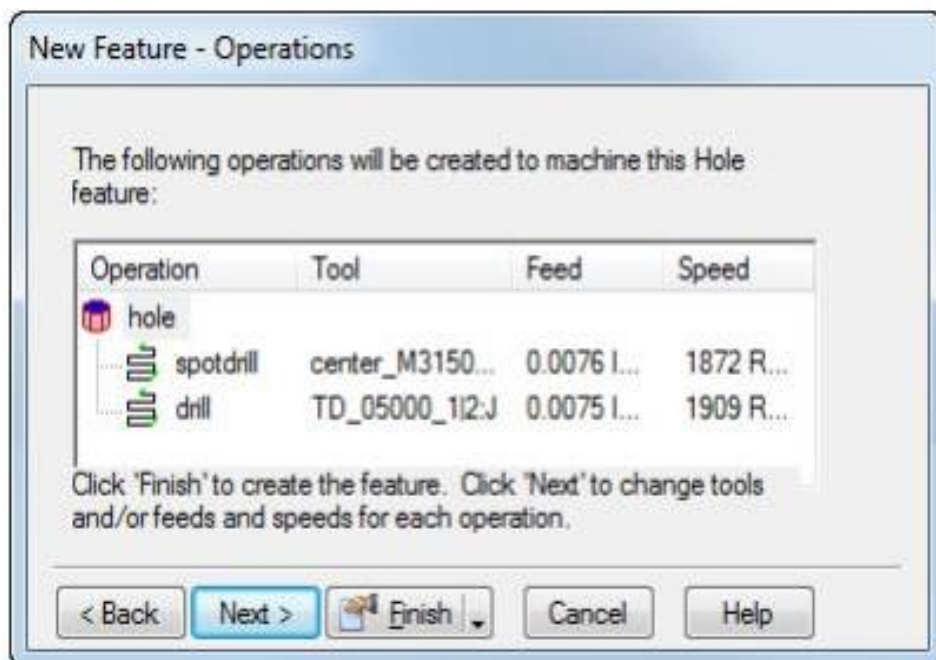
для елемента **Hole** Отвір – центрування і свердління. Якщо отвір має фаску, за замовчуванням фаска ріжеться в операції центрування.

Підтвердить налаштування стратегії за замовчуванням, натиснувши кнопку

Next Далі.


Сторінка **Operations** Операції показує зведення операцій для різання

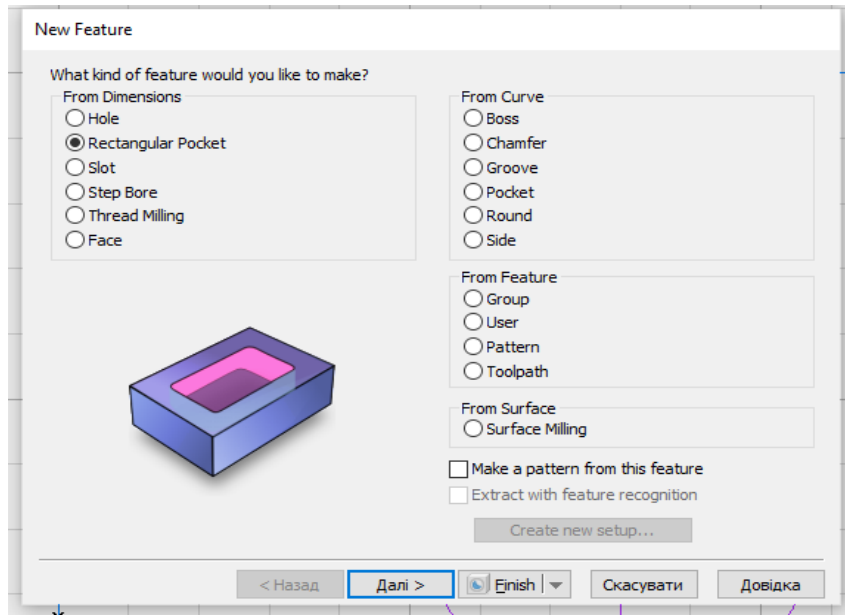
елемента, автоматично вибрані інструменти, подачі і швидкості.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 66

2. Створіть елемент Прямокутний карман.

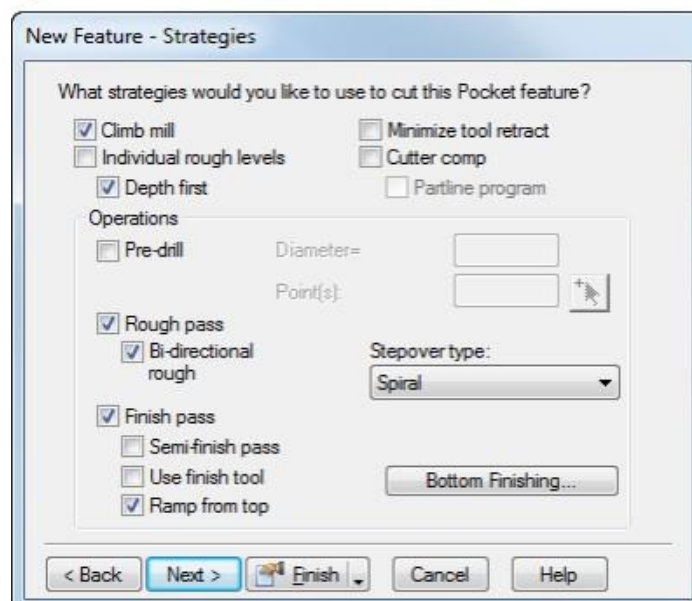
Натисніть на шаг **Features** Елементи  на панелі **Steps** Кроки.
В майстрі **New Features** Новий елемент у розділі **From Dimension** По розмірам виберіть **Rectangular Pocket** Прямокутний карман і натисніть **Next** Далі.



Погодьтеся з розмірами за замовчуванням, натиснувши **Next** Далі.


Введіть для положення кармана X 15 мм, Y 60 мм, Z 0 мм і натисніть **Next** Далі.

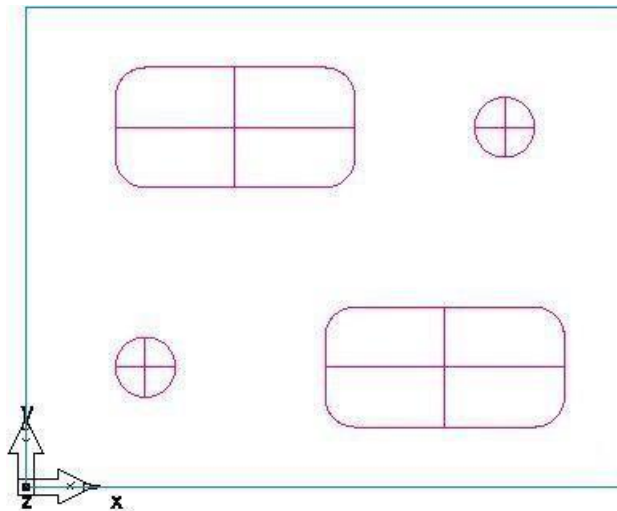
Сторінка **Strategies** Стратегії показує, що створені чорнова і чистова операції.



Натисніть на кнопку **Finish** Готово.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 67

3. Використовуйте шаг **Feature** Елементи  для створення другого отвору з діаметром 12 мм, що розташовується: $X=95$ мм і $Y=75$ мм. Використовуйте шаг **Feature** Елементи, щоб створити ще один прямокутний карман з такими ж розмірами, що і перший, але розташований в $X=55$ мм, $Y=15$ мм.




4. Виберіть **File** Файл > **Save** Зберегти та збережіть проект як milling.fm.

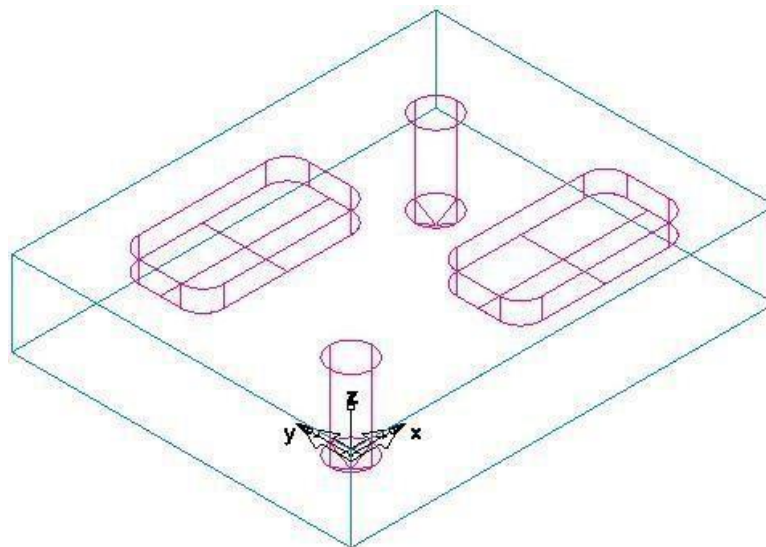
Перегляд деталі

Щоб переглянути деталь з різних сторін, можна вибрати один із стандартних вбудованих видів. Ці опції доступні на панелі інструментів **Standard** Стандартна:



Щоб змінити вигляд на ізометричний, натисніть на кнопку **Isometric** Ізометричний  на **Standard** Стандартній панелі інструментів.

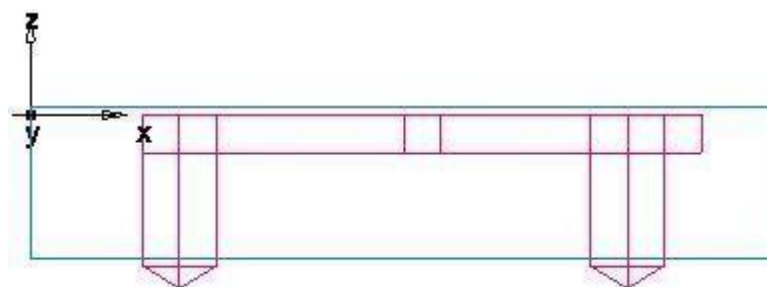
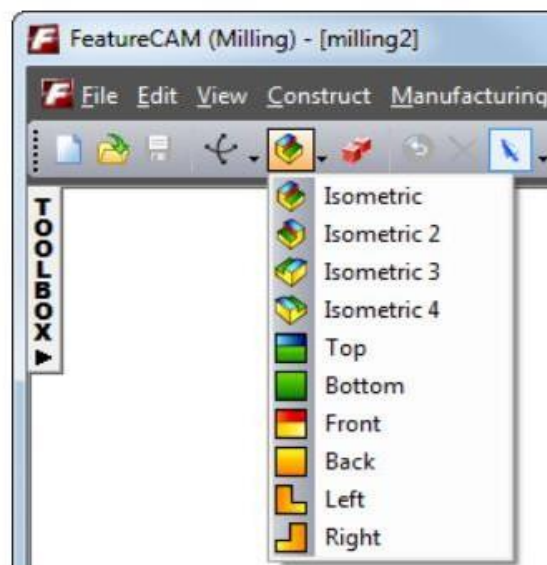
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 68



2. Щоб змінити вигляд на вид спереду, у кнопці-меню **Principle View**

Головний вигляд

Натисніть на кнопку **Front По переду**



3. Натисніть на кнопку **Isometric Ізометричний** 

Повернення до ізометричного вигляду.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 69



Імітація траєкторій

Після того як ви створили елементи, FeatureCAM автоматично вибирає найбільш підходящі інструменти та операції; рекомендує стратегії обробки; обчислює швидкості і подачі; генерує траєкторії і створює коди УП.

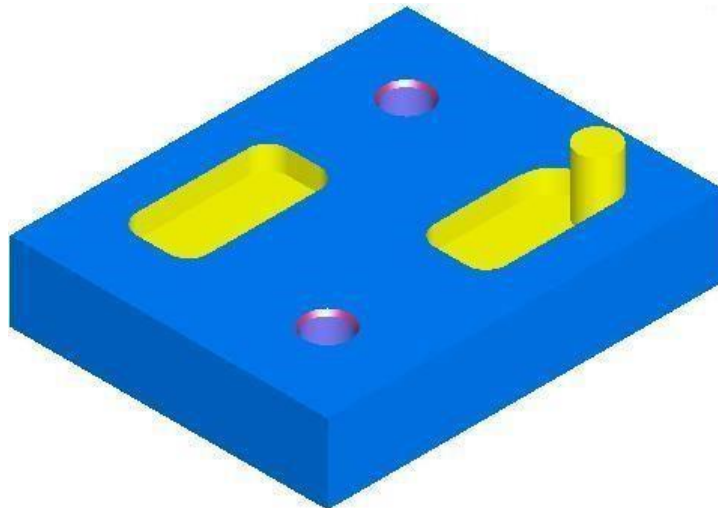
Щоб переглянути імітацію траєкторій:

1. Виберіть шаг **Toolpaths** *Траєкторії*  на панелі **Steps** *Кроки*. Він викличе панель інструментів **Simulation** *Імітація*.



2. Натисніть на кнопку **3D Simulation** *3D імітація* , а потім натисніть **Steps** *Пуск*  для запуску імітації. Якщо з'явиться діалог **Automatic Ordering Options** *Опції автонорядку*, Натисніть **OK**, для його закриття. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.

Відображається 3D візуалізація процесу різання.



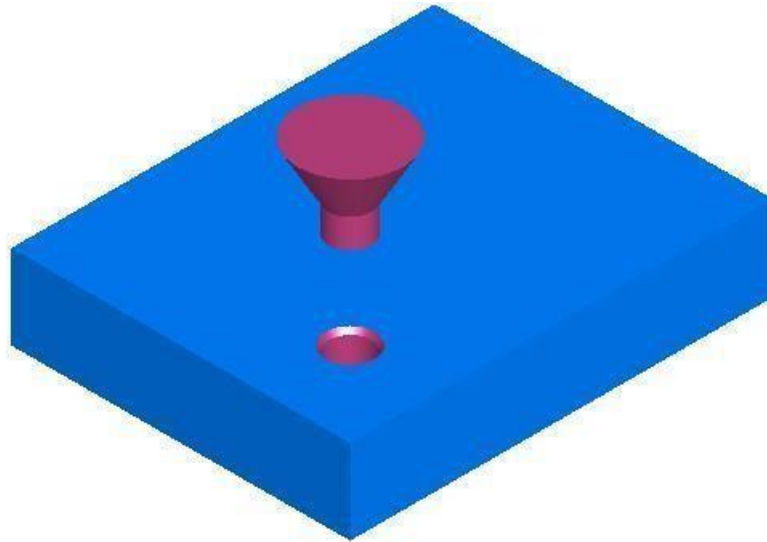
- ✓ Якщо при імітації інструменти показані сірим, виберіть в меню **Options** > **Simulation** > **General** *Параметри* > *Імітація* > *Загальні* опцію **Tool Colors** *Кольори інструменту*, а потім натисніть **OK**, щоб закрити діалог. Таким чином інструменти відображаються різними кольорами, і можна бачити, які елементи обробляються кожним з інструментів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 70

Натисніть на кнопку **Play Пуск**  на панелі інструментів **Simulation Імітація**, щоб переглянути зміни.

3. Натисніть на кнопку **Play to Next Operation До наступної операції**

 це покаже операцію центрування.




4. Повторіть крок 3, щоб переглянути кожну наступну операцію, доти, поки не закінчите імітацію.

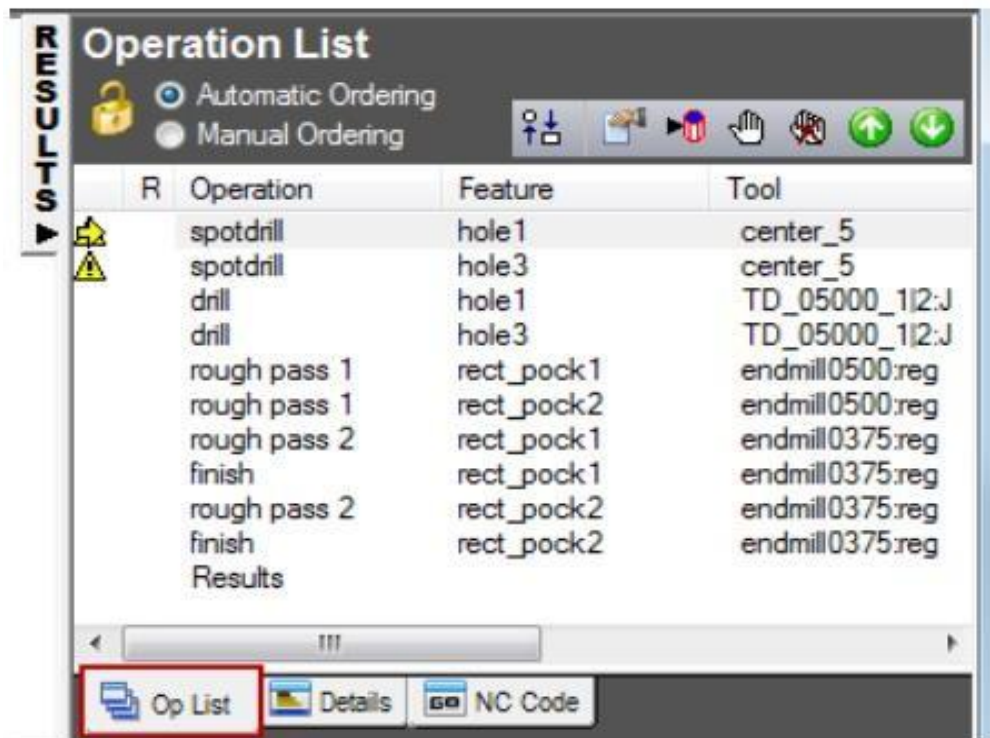
5. Натисніть **Eject Сховати імітацію**  .

Це видаляє панель інструментів **Simulation Імітацію**.

Порядок операцій обробки

Вкладка **Operation Операції** у вікні **Results Результати** показує всі операції, необхідні для обробки елементів. Жовтий значок попередження  поруч з операцією показує потенційну проблему для цієї операції. В даному випадку, якщо ви побачили якісь попередження, ігноруйте їх.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 71



Автоматичний порядок операцій

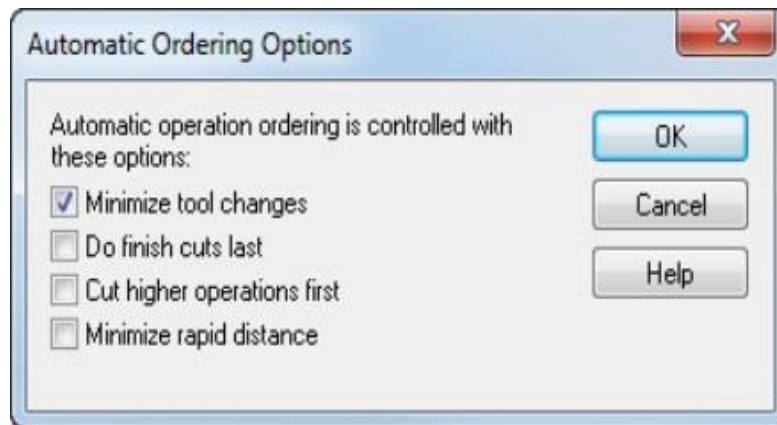
Ви можете керувати автоматичним порядком операцій за допомогою правил або шаблонів операцій.

1. Виберіть опцію **Automatic Orderin** *Автоматичний порядок* у вкладці **Op List** *Операції*. Вона забезпечує правила автоматичного впорядкування, що застосовуються до операцій.
2. Змініть автоматичне упорядкування, щоб згрупувати разом операції, що використовують однаковий інструмент.


Натисніть на кнопку **Ordering Options** *Опції автопорядку* .

У діалозі **Automatic Ordering Options** *Правила чергування операцій* виберіть **Minimize tool changes** *Зменшити заміну інструмента*, зніміть вибір зі всіх інших опцій та натисніть **ОК**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 72



3. Запустіть імітацію для деталі.

Виберіть крок **Toolpaths** Траєкторії  на панелі **Steps** Кроки.

Він викличе панель інструментів **Simulation** Імітація.

Натисніть на кнопку **3D Simulation** 3D імітація . □

Натисніть на кнопку **Play** Пуск .

Якщо з'явиться діалог **Automatic Ordering Options** Опції автопорядку, натисніть **OK**, щоб закрити його. Зверніть увагу, що спочатку імітація виконує всі центрування, потім все свердління, а потім чорнове і чистове фрезерування кишень.

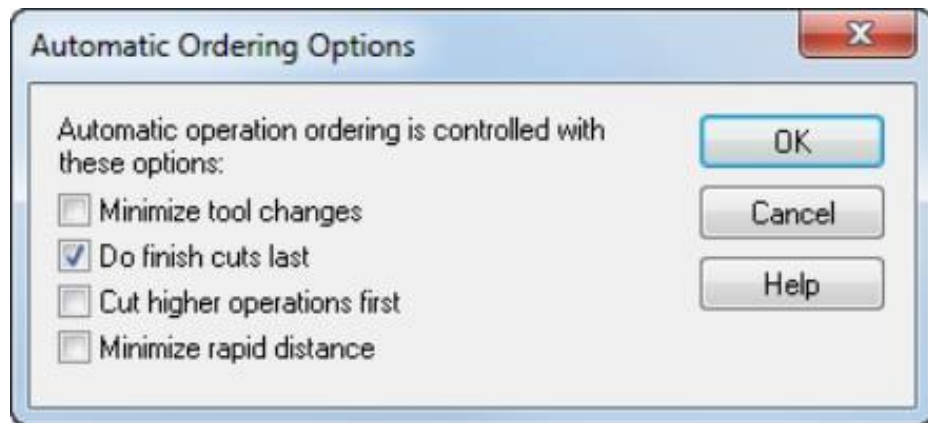
Натисніть на кнопку **Stop** Стоп , коли імітація виконана, щоб вийти з режиму імітації.

4. Змініть автоматичне упорядкування, щоб перемістити чистові операції в кінець списку.

Натисніть на кнопку **Ordering Options** Опції автопорядку .


В діалозі **Automatic Ordering Options** Правила чергування операцій виберіть **Do finish cuts last** Чистові останіми, зніміть вибір з усіх інших опцій і натисніть **OK**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 73



Це змінить порядок операцій в **Operation List** Списку операцій.

- Запустіть імітацію для деталі.

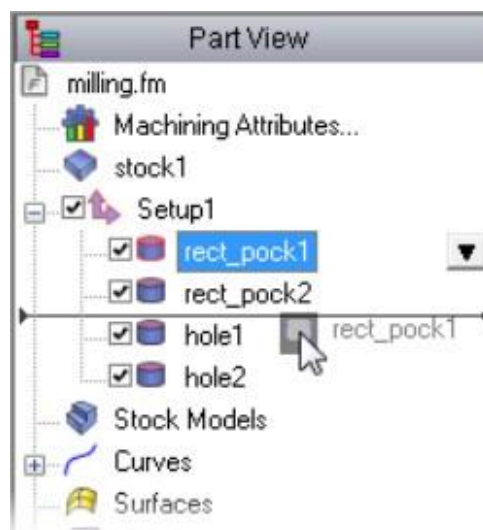
На панелі інструментів **Simulation** Імітація натисніть на кнопку **Play** Пуск .

Чистові операції для двох карманів тепер виконуються останніми.

Натисніть **Stop** Смон  коли імітація закінчена.


- Змініть автоматичний порядок так, щоб він відповідав елементам на панелі **Part View** Вид деталі.

Натисніть на кнопку **Ordering Options** Опції автопорядку .




Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 74

Зніміть вибір зі всіх опцій і натисніть **ОК**.

Відкрийте панель **Part View** *Вид деталі*, натиснувши на . У дереві відображаються всі установи і елементи, які були створені.

Натисніть на елемент **rect_pock2_пря́м карман2** в узлі **Setup 1** *Установ1* і потягніть його догори над **Hole 2** *отвір 2*.

7. Запустіть імітацію для деталі.

На панелі інструментів **Simulation** *Імітація* натисніть на кнопку **Play** *Пуск* .

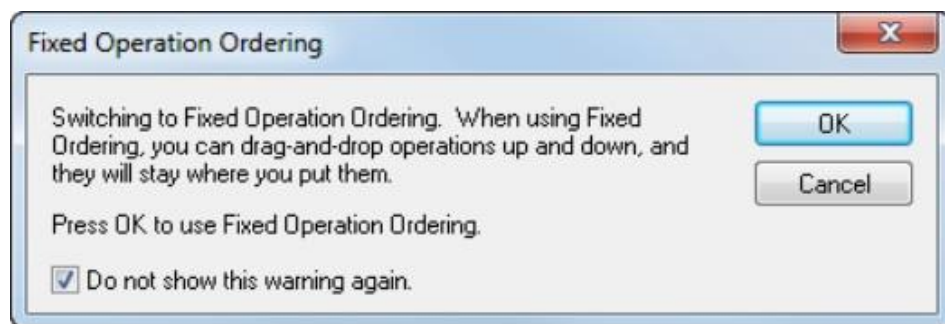
Другий карман тепер ріжеться як другий елемент.

Натисніть **Stop** *Стоп* .

Опції ручного упорядкування

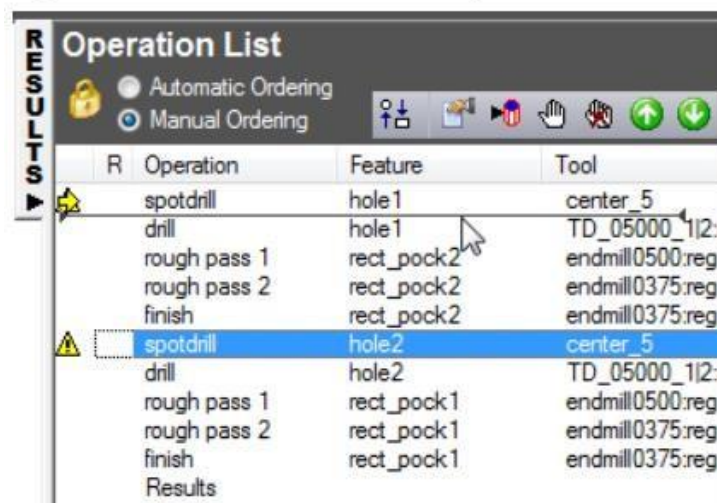
Автоматичний порядок операцій визначається набором правил. Також можна задати точний порядок операцій вручну.

1. Виберіть опцію **Manual Ordering** *Впорядкувати вручну* у вкладці **Op List** *Операції*.
2. У діалогові **Fixed Operation Ordering** *Заданий порядок операцій* виберіть **Do Not Show This Warning Again**, *Більше не показувати* і натисніть **ОК**.




3. Виберіть операцію **spotdrill** *центрування* для **hole 2** *отвір 2* зі списку і потягніть її вгору та розташуйте над операцією **drill** *сверло* для **hole 1** *отвір 1*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 75




4. Запустіть імітацію для деталі.

На панелі інструментів **Simulation** *Імітація* натисніть на кнопку **Play** *Пуск* . Імітація виконує операції в новому порядку.

Натисніть **Stop** *Стоп* , коли імітація закінчиться.

5. Виберіть **Automatic Ordering** *Автоматичний порядок* для повернення до автоматичного упорядкування.

6. Натисніть **OK**, щоб закрити діалог **Automatic Operation Ordering** *Правила чергування операцій*.

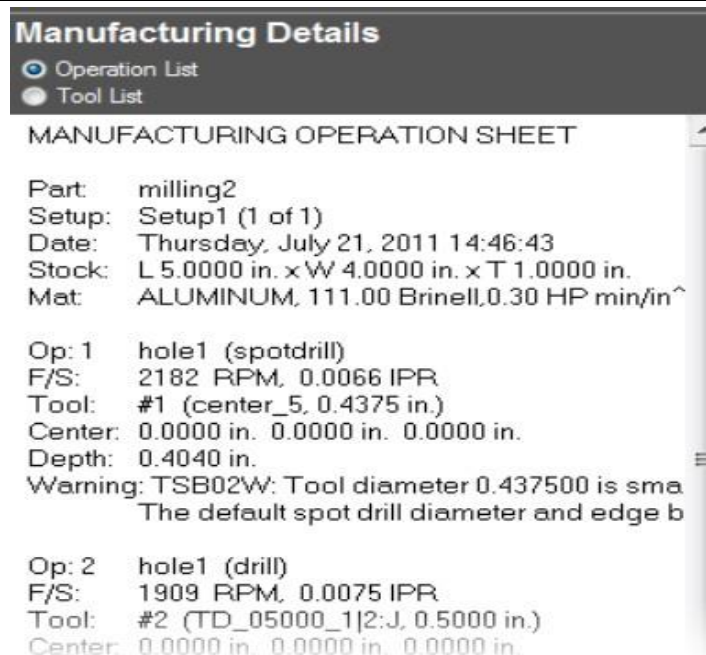
✓ Якщо ви хочете стерти імітацію і прибрати панель інструментів **Simulation** *Імітація*, натисніть **Eject** *Сховати імітацію* .

Відомості про проект

Поряд з візуалізацією обробки деталі імітація також створює повні списки інструменту і операцій. Вибір інструментів здійснюється на базі інструментів. Можна роздрукувати всю цю інформацію для використання в якості технологічної карти оператора.

Натисніть на вкладку **Details** *Параметри* у вікні **Results** *Результати*, щоб відобразити **Manufacturing Operations sheet** *Список операцій обробки*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 76



2. Виберіть опцію **Tool List** *Список інструмента* у верхній частині вкладки **Details** *Параметри*, щоб показати аркуш **Manufacturing Tool Detail** *СПЕЦИФІКАЦІЯ ІНСТРУМЕНТА ОБРОБКИ*. Він містить всі інструменти, які використовуються для створення деталі, на основі обраного набору.



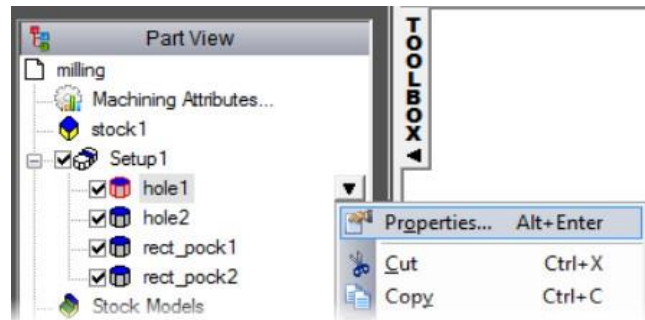
✓ Цю документацію можна роздрукувати за допомогою команди: **File** > **Print** *Файл* > *Печать*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 77

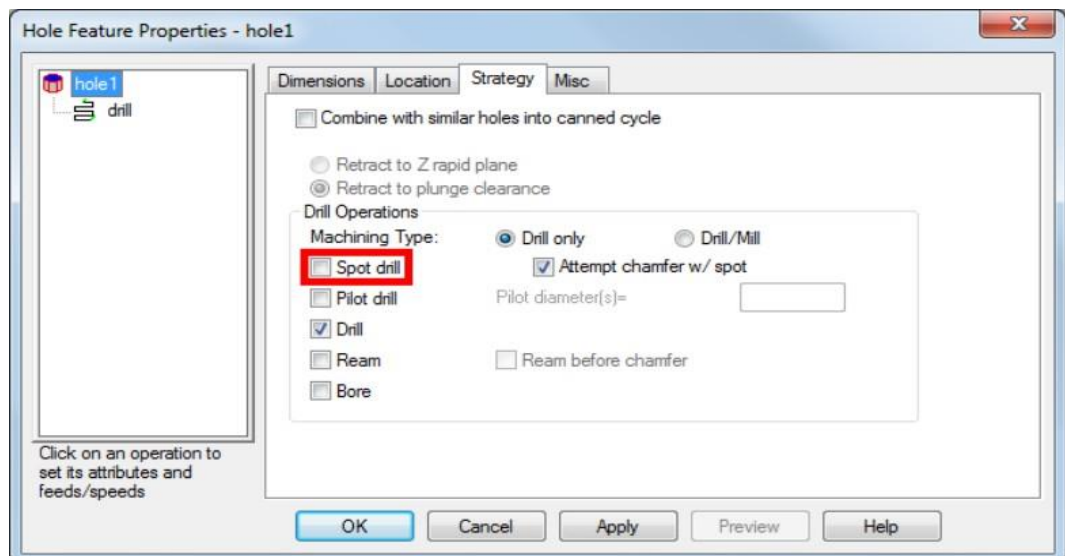
Керування стратегіями

Можна керувати стратегіями, що використовуються у виготовленні деталі, з діалогу властивостей.

1. Відкрийте панель **Part View** *Вид деталі*.
2. Клацніть правою кнопкою по елементу **hole 1** *отвір 1* у вузлі **Setup 1** *Установ 1* і виберіть опцію **Properties** *Властивості*. Properties







3. У діалозі **Properties** *Властивості*:



Виберіть вкладку **Strategy** *Стратегія*



Зніміть вибір з опції **Spot Drill** *Центрування*. Натисніть **OK**.

4. Виберіть шаг **Toolpaths** *Траєкторії*  на панелі **Steps** *Кроки*.
 5. На панелі інструментів **Simulation** *Імітація* Натисніть на кнопку **3D Simulation** *3D імітація* , а потім **Play** *Пуск*  для запуску імітації.
- ✓ Тепер в першому отворі немає центрування. Якщо переглянути список операцій, то можна помітити, що тепер там тільки одна операція центрування. FeatureCAM оптимізує процес виготовлення деталі, але ви керуєте ступенем автоматичної оптимізації.
6. Натисніть **Eject** *Заховати імітацію* . Це видалить панель інструментів **Simulation** *Імітація*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 78



Створення коду керуючої програми (КП)

FeatureCAM генерує код КП для виготовлення деталей на верстатах з ЧПК. Ви можете згенерувати код КП після того, як імітували деталь, тобто після обчислення траєкторій.

1. Виберіть шаг **NC Code** Код УП  на панелі **Steps** Кроки. Це відкриє діалог **NC Code** Код УП
2. Натисніть на кнопку **NC Program** УП  для створення коду КП.

Карта налаштування інструмента

Щоб змінити положення інструментів в пристрої зміни інструмента:

1. Виберіть шаг **NC Code** Код УП  на панелі **Steps** Кроки. Це відкриє діалог **NC Code** Код УП.
2. Натисніть на кнопку **Tool Mapping**  Карта наладки інструмента Це відобразить Карту наладки інструмента, що показує поточний порядок інструментів.

Tool Mapping X

+	Name	Diam...	Length	ID	Crib	Time	Dist	Holes
*1	center_5	1	1	1				1
2	TD_05000_1 2:J	2	2	2				2
3	endmill0500.reg	3	3	3		1 min	20 in.	
4	endmill0375.reg	4	4	4		1 min	21 in.	
5								

Slots for center_5

Tool number: Set

Diameter offset register number: Same Save in Crib

Length offset register number: Clear in Crib

Tool ID:

Show All Tools Saved in Crib

Show empty tools slots

Tool life for center_5

Enable/disable tool change to new tool after specified time, number of operations, etc Tool Life

Set All
Reset All

OK

Cancel

Help

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 79

3. Щоб перемістити центрування в 5-ту позицію у налаштуванні зміни інструмента:

Виберіть **Center_5** *Центр_5* у таблиці.

Введіть **Tool Number** *№ інструмента* 5 у розділі **Slots** *Пази*. □

Натисніть **Set** *Задати*.


Ви не можете змінити номер безпосередньо у таблиці.

4. Натисніть **OK**, щоб зберегти зміни і закрити діалог **Tool Mapping** *Карта наладки інструмента*.

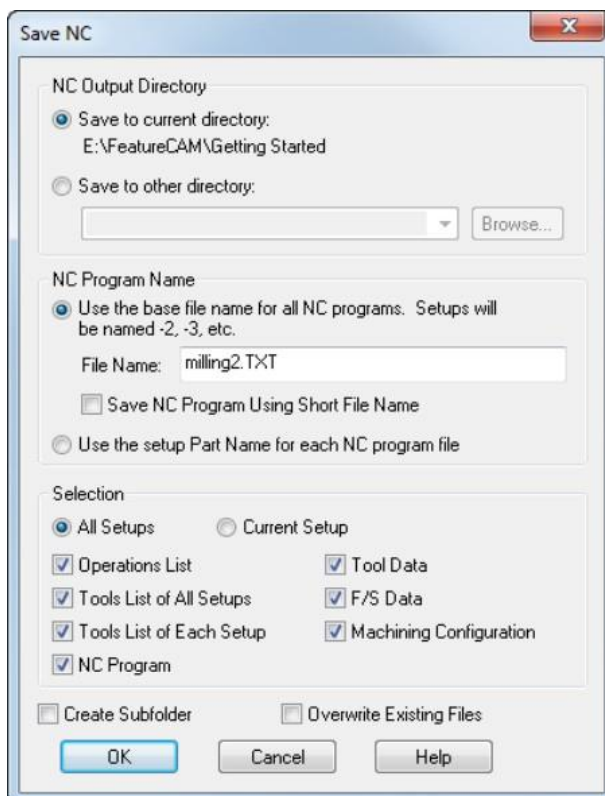
Збереження коду КП

Для збереження керуючої програми:

1. Виберіть шаг **NC Code** *Код УП*  на панелі **Steps** *Кроки*. Це відкриє діалог *Код УП*.

2. Натисніть на кнопку **Save NC** *Зберегти УП*  у діалозі **NC Code** *Код УП*.

3. У діалозі **Save NC** *Зберегти УП* прийміть ім'я файлу та папку за замовчуванням, і натисніть **OK**.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 80

Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі FeatureCAM створити необхідні елементи фрезерної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата з ЧПК.

Основною метою даного завдання є вивчення команд панелі інструментів «Елементи» для фрезерної операції. В процесі виконання роботи студент повинен навчитись керувати стратегією обробки певних елементів, змінювати порядок операцій та розташування інструменту, керувати опціями автоупорядкування. Знати та вміти створювати елементи фрезерування та масиви на їх базі.

Варіанти завдань наведено у додатку В,

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е

Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Тема та мета заняття.
2. Індивідуальне завдання.
3. Розробка керуючої програми фрезерної обробки: • вигляд та розміри заготовки; • елементи та контури для генерування керуючої програми; операції та їх основні характеристики; • код керуючої програми; • модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

Контрольні запитання

1. Які елементи фрезерування можна створити без попереднього створення контурів.
2. Призначення та особливості використання елементів: стінка, виступ, канавка, карман.
3. Опишіть методи зміни порядку операцій.
4. Опцій авто налаштування. 5. Керування стратегіями обробки.
6. Обґрунтуйте необхідність та методику зміни постпроцесору.
7. Яким чином можна отримати інформацію про проект.
8. Методи збереження коду керуючої програми

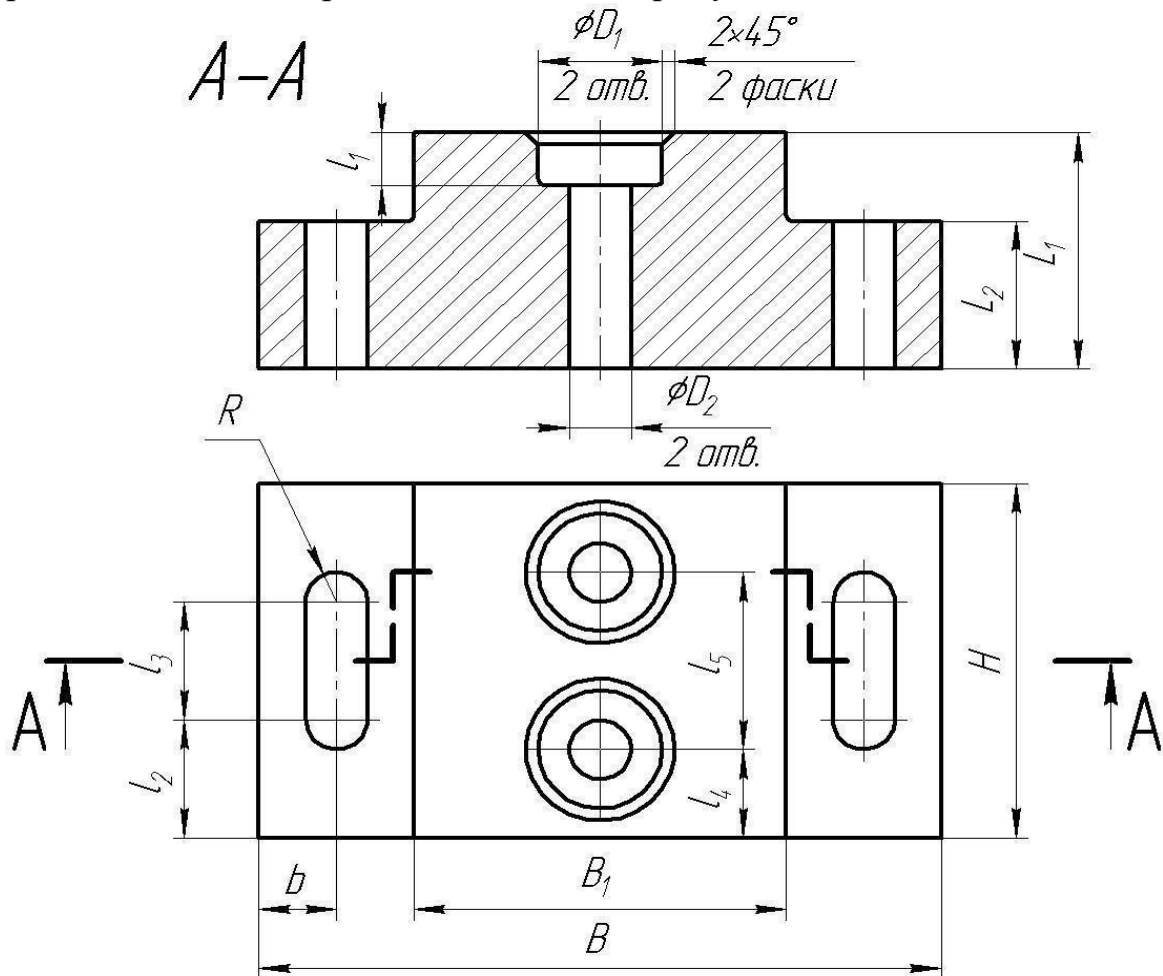
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 81

ДОДАТОК В

Варіанти завдань до лабораторної роботи №3

Розробити програму фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри та форму заготовки вибирати з умови забезпечення необхідних параметрів деталі. Обробку по зовнішньому контуру не передбачати. Обробку верхньої плоскості поверхні здійснювати з припуском 2 мм.



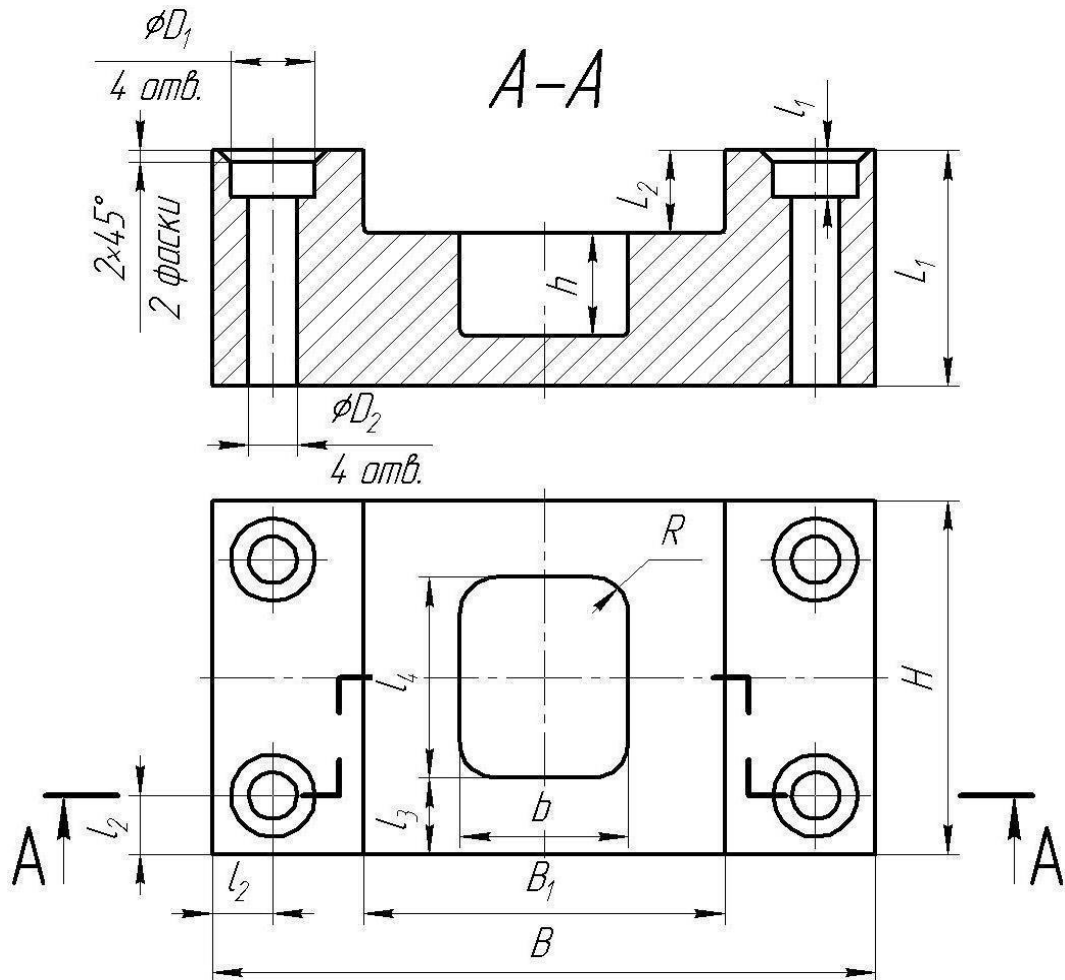
Невказані радіуси R1

№ вар.	H, мм	B, мм	B ₁ , мм	L ₁ , мм	L ₂ , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	l ₃ , мм	l ₄ , мм	l ₅ , мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	b, мм	R, мм
1	60	110	60	40	25	9	15	30	15	30	20	10	12,5	5
4	70	120	65	60	30	12	15	40	17,5	35	24	12	15	7
7	75	130	70	60	35	15	15	40	17,5	40	26	14	15	8
10	80	140	60	70	30	10	30	35	15	50	24	12	20	10
13	85	150	50	75	40	14	20	30	20	45	22	10	25	12

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 82

Розробити програму фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри та форму заготовки вибирати з умови забезпечення необхідних параметрів деталі. Обробку по зовнішньому контуру не передбачати. Обробку верхньої плоскої поверхні здійснювати з припуском 2 мм.



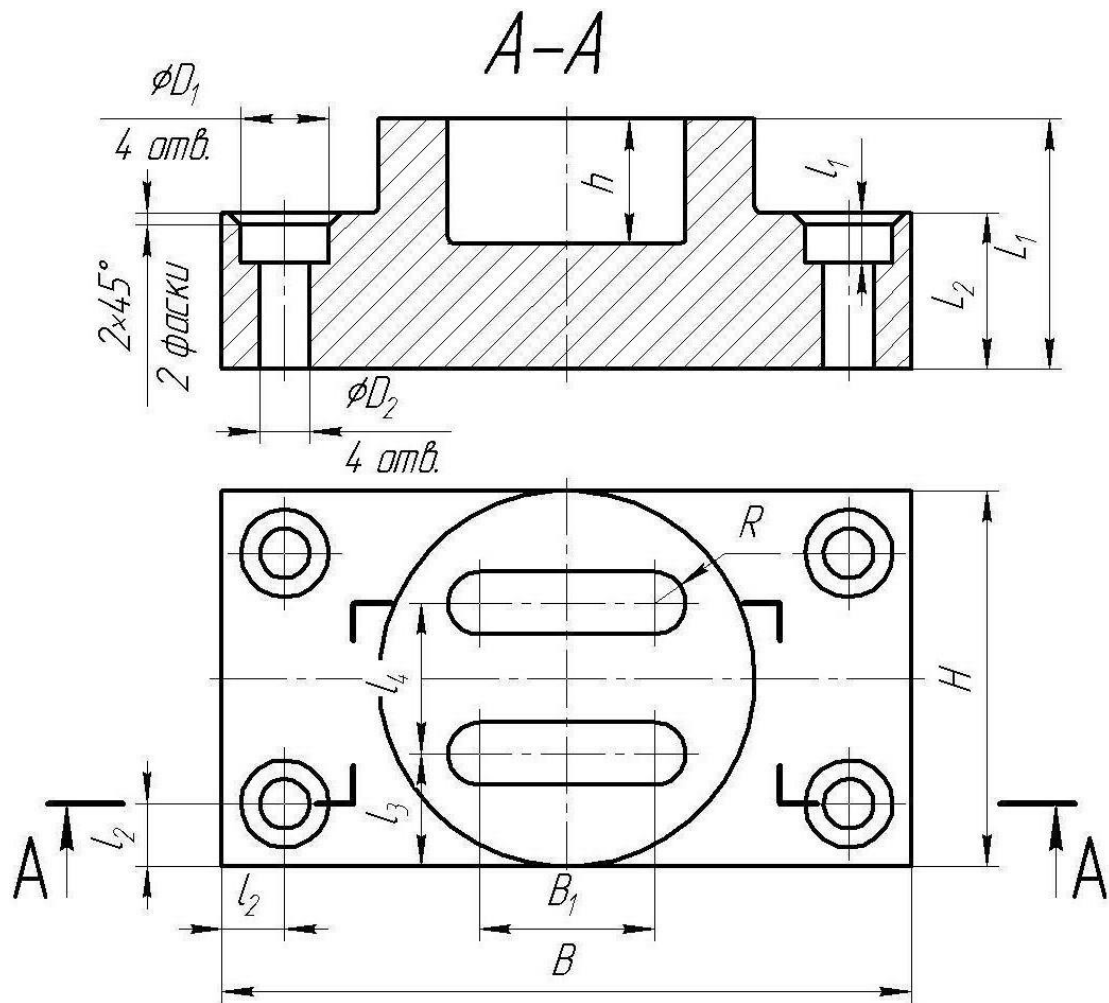
Невказані радіуси R1

№ вар.	H, мм	B, мм	B ₁ , мм	L ₁ , мм	L ₂ , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	l ₃ , мм	l ₄ , мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	b, мм	h, мм	R, мм
2	60	110	60	40	15	8	10	18	24	14	8	30	18	6
5	70	120	65	60	20	15	12	15	40	20	12	25	15	5
8	75	130	70	60	25	10	15	17,5	40	22	14	35	18	8
11	80	140	60	70	25	20	17	15	50	24	12	20	20	4
14	85	150	75	75	30	20	17	22,5	40	22	10	40	25	7

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 83

Розробити програму фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри та форму заготовки вибрати з умови забезпечення необхідних параметрів деталі. Обробку по зовнішньому контуру не передбачати. Обробку верхньої плоскої поверхні здійснювати з припуском 2 мм.



Невказані радіуси R1

№ вар.	H, мм	B, мм	B ₁ , мм	L ₁ , мм	L ₂ , мм	L ₃ , мм	L ₄ , мм	L ₅ , мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	h, мм	R, мм	
3	60	110	28	40	25	9	12	18	24	14	8	20	5
6	70	120	30	60	20	12	15	15	40	20	12	15	7
9	75	130	32	60	25	15	15	17,5	40	22	14	18	8
12	80	140	20	70	25	10	17	15	50	24	12	20	10
15	85	150	25	75	30	14	17	22,5	40	22	10	25	12

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 84

Лабораторна робота №8

3.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В AUTODESK FEATURECAM

Мета роботи - ознайомитися з методикою створення різних типів поверхонь у системі FeatureCAM. Навчитись створювати керуючі програми для обробки складних поверхонь.

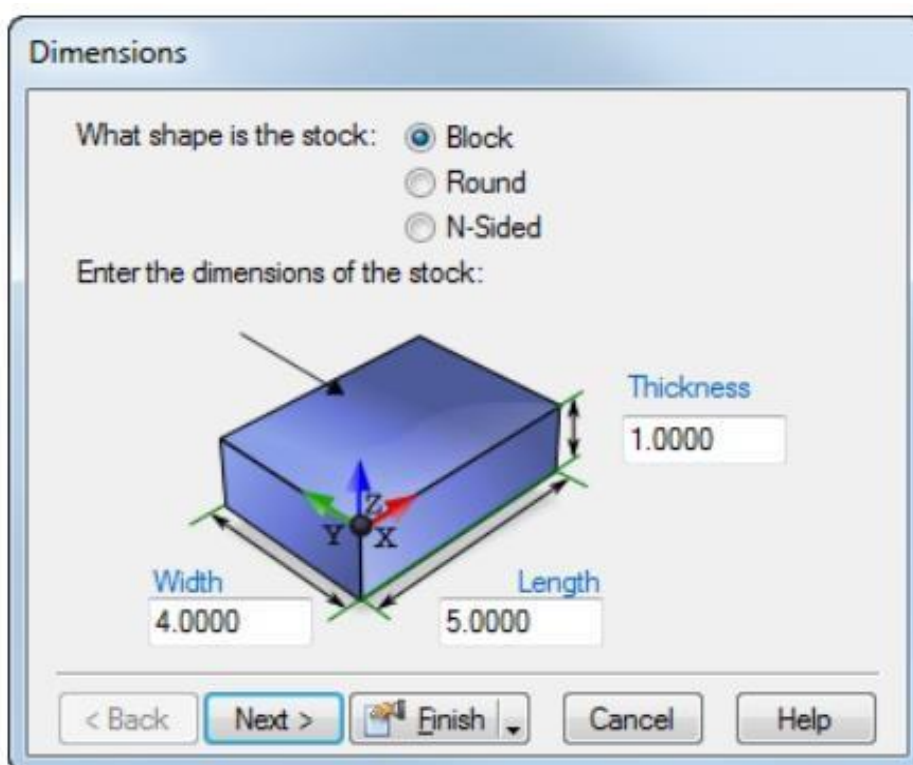
Приклад створення типової деталі 3.5D-фрезерної обробки

Даний приклад знайомить студентів методикою моделювання 3D поверхонь, та їх обробкою за допомогою елементів фрезерування поверхонь. Визначенням операцій обробки та їх атрибутів.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1, однак у якості типу обробки необхідно вибрати **Milling Фрезерування**, одиниці вимірювання – дюйми.

Визначення заготовки

1. На сторінці **Dimensions** Розміри майстра **Stock** Заготовка:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 85

Введіть **Thickness** Товщину 2. Введіть

Width Ширину 3.

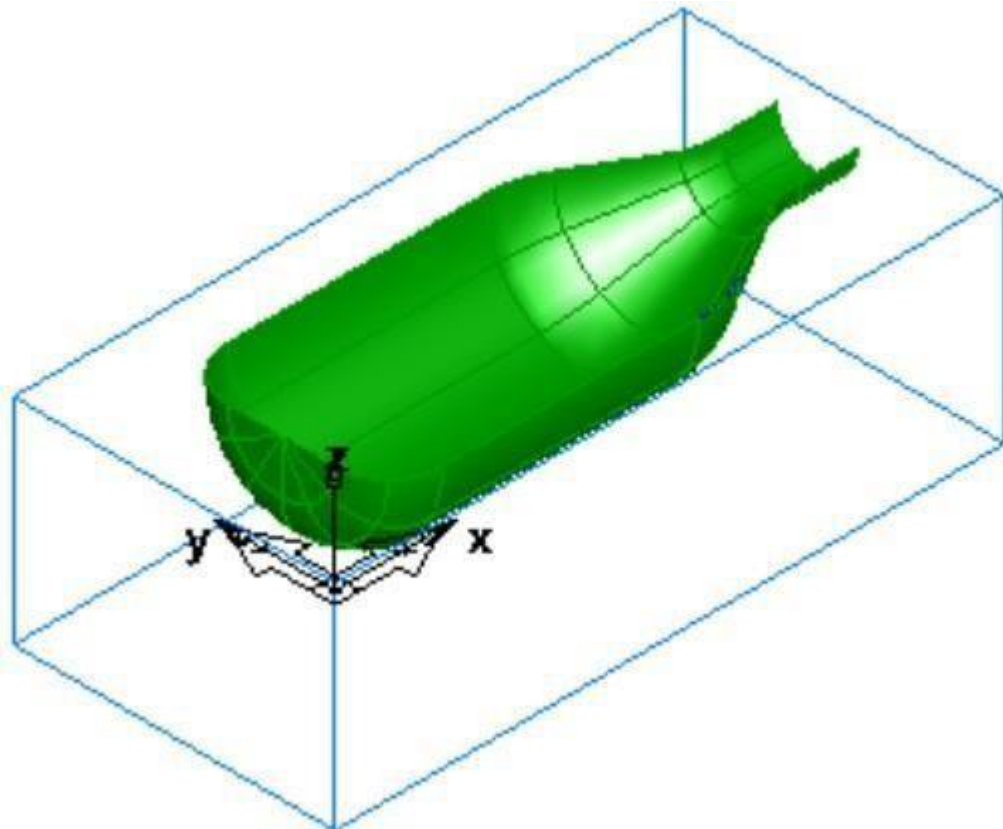
Введіть **Length** Довжину 6,25. Натисніть

Finish Готово.

2. Натисніть **ОК**, для прийняття значень за замовчування у діалоговому вікні **Stock Properties** Властивості заготовки.

Визначення геометрії

Цей розділ показує, як проектувати деталь.



У меню виберіть **View > Toolbars** Вид > Панелі інструментів, у розділі

Toolbars Панелі інструментів:

Виберіть **Advanced** Додатково.

Виберіть **Geometry** Геометрія.

Натисніть **ОК**.

1. Створіть три вертикальні лінії

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 86

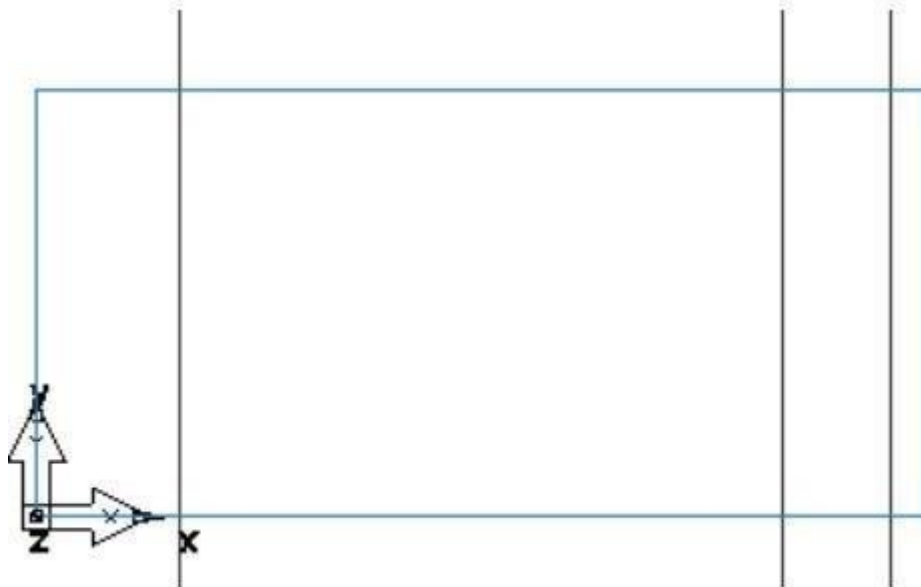


На панелі інструментів **Geometry** *Геометрія* виберіть **Vertical** *Вертикальна* у меню **Line** *Лінія*



На панелі **Feature/Geometry Edit** *Редагування елемента/геометрія* введіть для **XYZ** **X** 1, **Z** 0 і натисніть **Enter**.

Створіть другу лінію, вказавши для **XYZ** **X** 5.25, **Z** 0, і натисніть **Enter**.

Створіть третю лінію, вказавши для **XYZ** **X** 6, **Z** 0, і натисніть **Enter**.



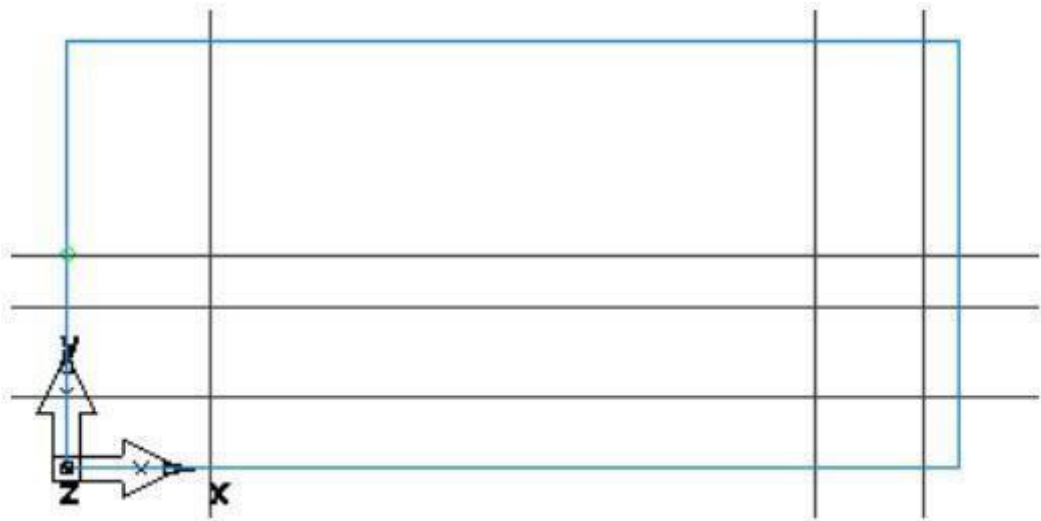
2. Створіть три горизонтальні лінії:

На панелі інструментів **Geometry** *Геометрія* виберіть **Horizontal** *Горизонтальна*  у меню **Line** *Лінія*  . Введіть для **XYZ** **Y** 0.5, **Z** 0 і натисніть **Enter**.

Створіть другу лінію, вказавши для **XYZ** **Y** 1.125, **Z** 0, і натисніть **Enter**.

Створіть третьою лінію, вказавши для **XYZ** **Y** 1.5, **Z** 0, і натисніть **Enter**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 87



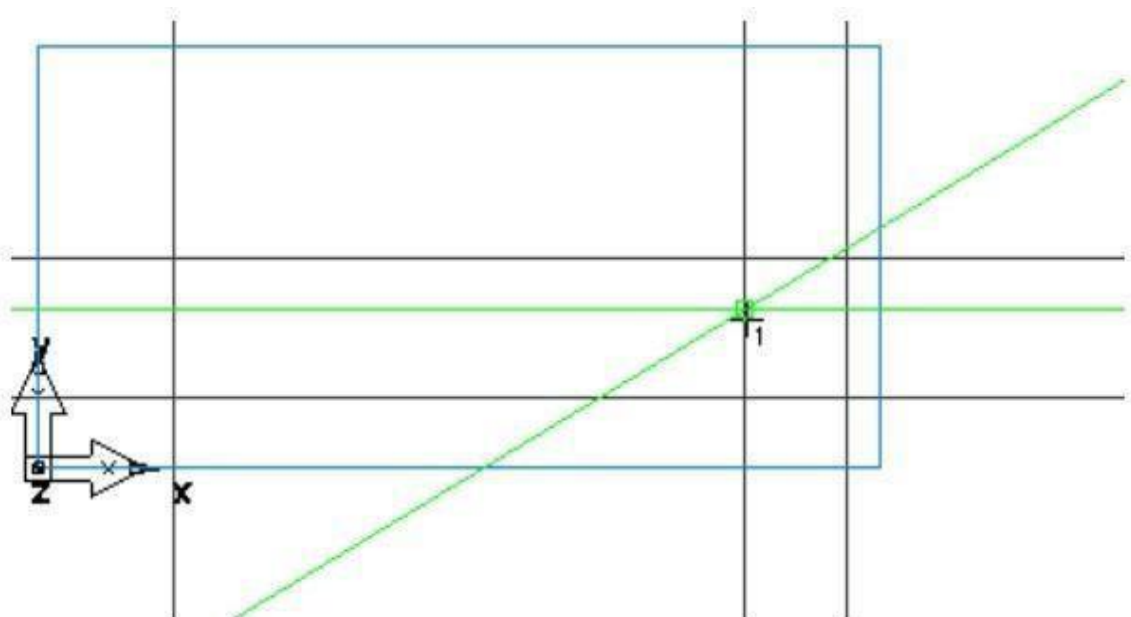
3. Створіть лінію через точку:

На панелі інструментів **Geometry** *Геометрія* виберіть **Point, Angle**

Точка, Кут  у меню **Line** *Лінія* .



На панелі **Feature/Geometry Edit** *Редагування елемента/геометрії* введіть кут \underline{A} 30.

В графічному вікні клацніть у точку перетину другої горизонтальної і другої вертикальної ліній у точці 1, щоб створити лінію через точку.

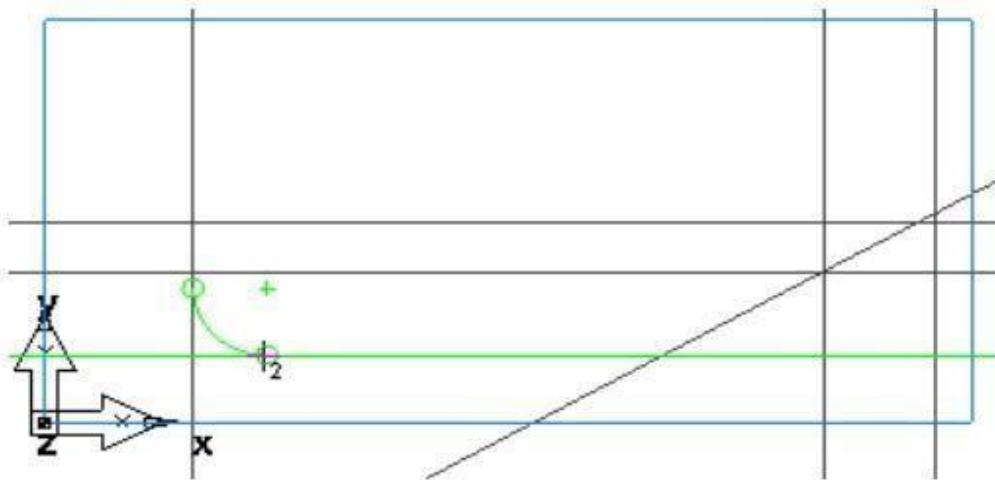


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 88

4. Створіть дуги.

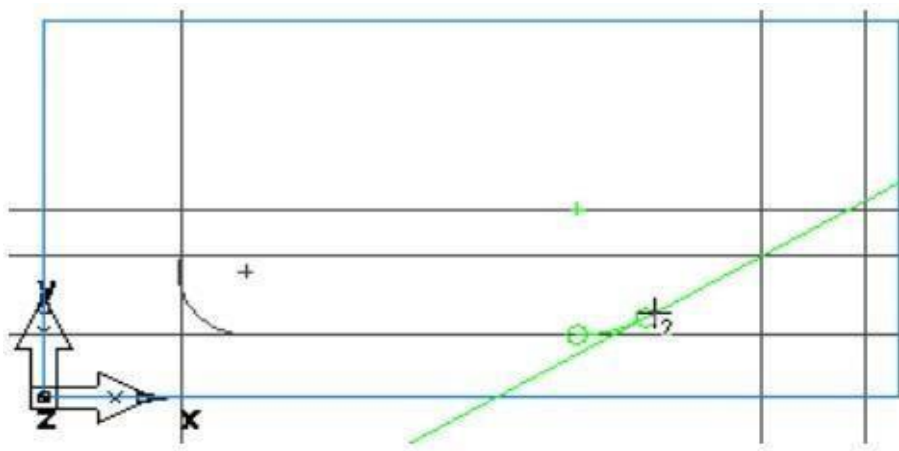
На панелі інструментів **Geometry** *Геометрія* виберіть **2 Pts, Radius** *2 точки, Радіус*  у меню **Arc** *Дуга* .

На панелі **Feature/Geometry Edit** *Редагування елемента/геометрії* введіть радіус **R** 0.5 і клацніть по вертикальній лінії поруч з точкою 2 і по горизонтальній лінії поруч з точкою 3.



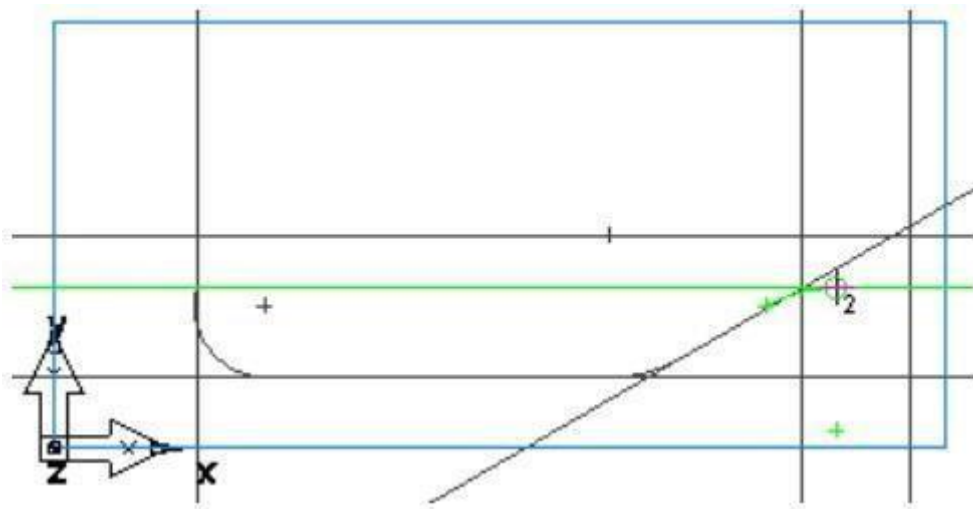
Створіть другу дугу:

На панелі **Feature/Geometry Edit** *Редагування елемента/геометрії* введіть радіус **R** 1.0 і клацніть по горизонтальній лінії поруч з точкою 4 і по похилій лінії поруч з точкою 5.



Створіть третью дугу, клацнувши по похилій лінії поруч з точкою 6 і горизонтальній лінії поруч з точкою 7.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 89



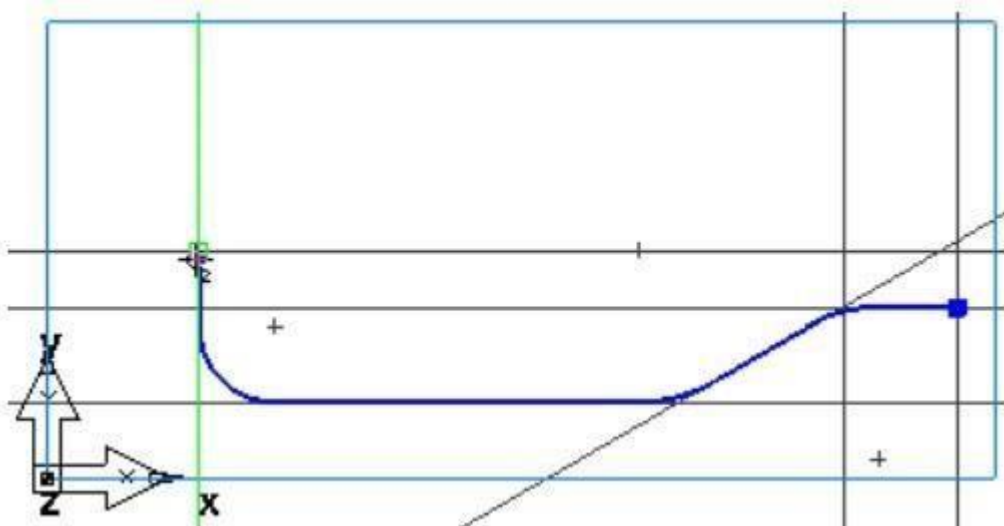
5. Для обробки деталі необхідно об'єднати криві.

Виберіть шаг **Curves** *Криві*  на панелі **Steps** *Кроки*.

У діалозу **Curves Creation** *Створення ліній* виберіть кнопку

Pick Curve Pieces *Вибір ділянок кривої* 

Клацніть на перетині вертикальної та горизонтальної ліній у точці 8 і на перетині вертикальної та горизонтальної ліній у точці 9.



Створення поверхні пляшки

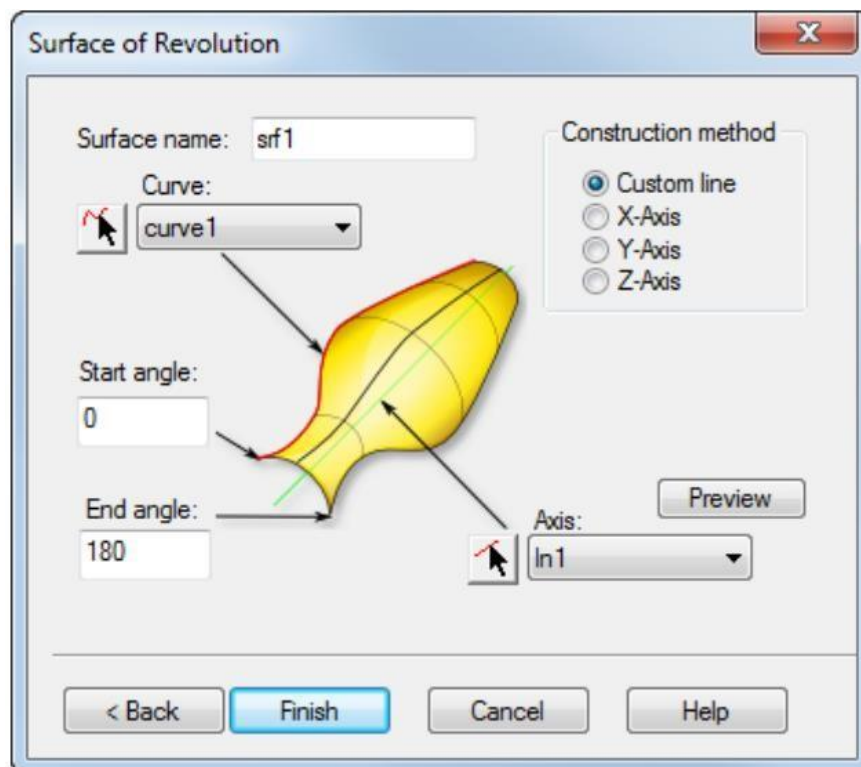
У **Surface** *Майстрі поверхонь* виберіть **Surface of Revolution**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 90



Поверхня обертання і натисніть **Next Далі**.

На сторінці **Surface of Revolution** Поверхня обертання:



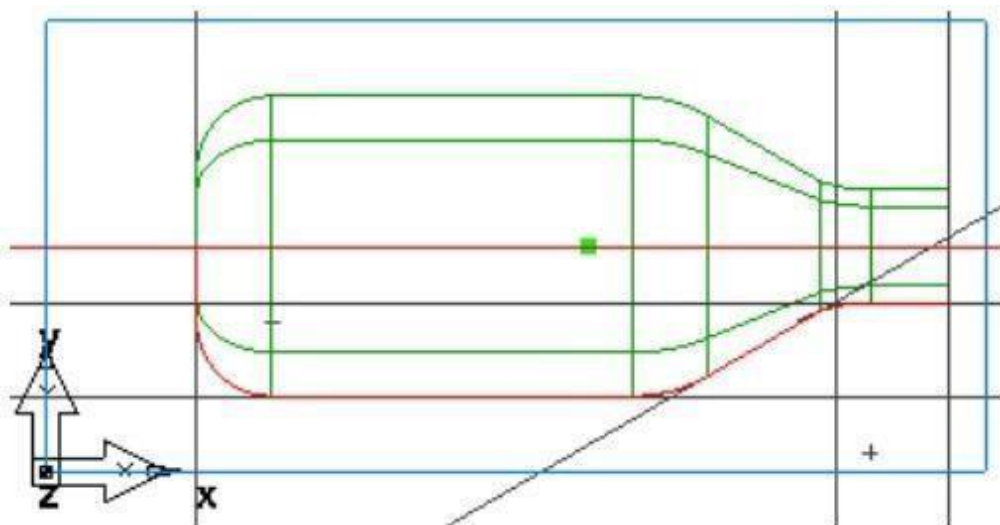
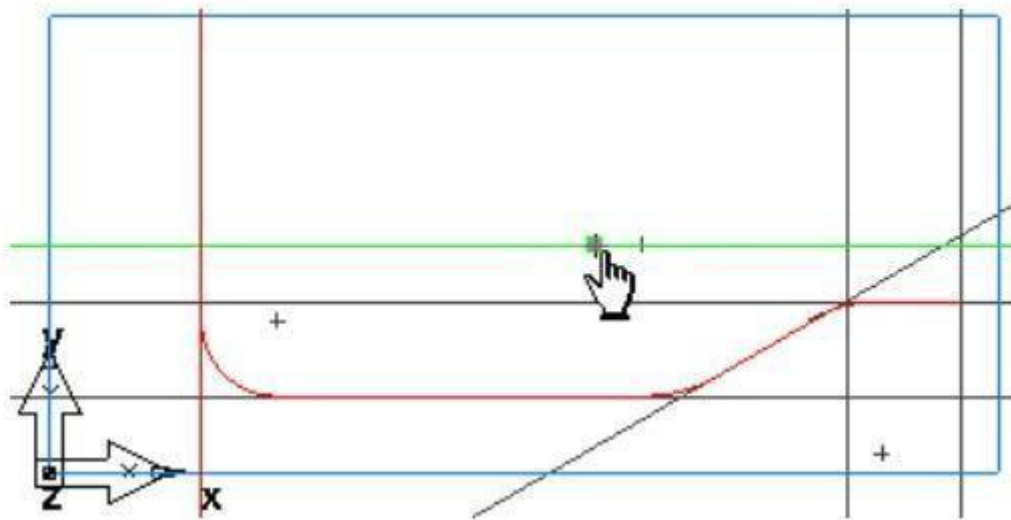
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 91

Введіть **Start Angle** *Початковий кут* 0. Введіть **End Angle** *Кінцевий кут* 180.

Feature CAM автоматично вибирає створену криву у полі **U** полі **Axis** *Ось*

натисніть на кнопку **Pick line**  *Вибрати* і виберіть горизонтальну лінію поруч з точкою 1

Натисніть **Finish** *Готово*.

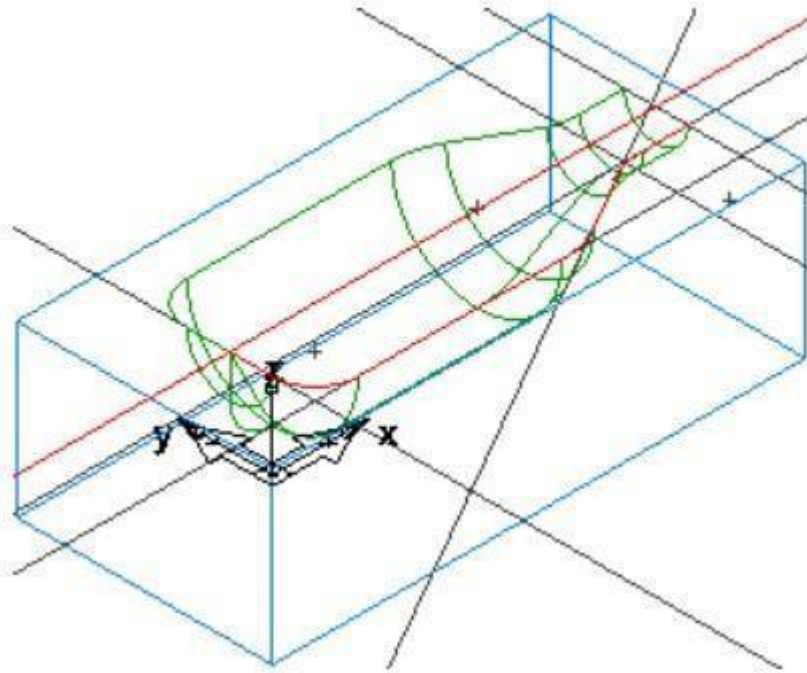


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 92

Перегляд деталі

1. Щоб змінити вид на ізометричний, натисніть на кнопку **Isometric**

Ізометричний  на **Standard** Стандартній панелі інструментів.



2. Керувати відображенням деталі можна за допомогою панелі

Viewing Options Параметри перегляду.

Виберіть у меню **Options > Viewing** Параметри > Перегляд.

Відкриється діалог **Viewing Options** Параметри перегляду.

Виберіть опцію **Show surface boundaries only** Лише межі поверхонь і натисніть **Apply** Примінути.

Це відобразить поверхні тільки як їх зовнішні контури. Ніяких додаткових ліній всередині поверхні зображено не буде. Це робить відображення великих моделей набагато більш швидким.

Зніміть вибір з опції **Show surface boundaries only** Лише межі поверхонь і натисніть **Apply** Примінути.


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 93

Це покаже поверхні з лініями всередині поверхні. Це допомагає візуалізації, але для великих моделей це може викликати уповільнення відображення деталі.

Введіть **Surface fineness Wireframe** *Чіткість поверхні Каркас* 20 і натисніть **Apply** *Примінути*.


Це відобразить більше ліній у поверхні. Зменшення значення **Surface Fineness** *Чіткість поверхні* покращує якість відображення, проте це може сповільнити графіку.

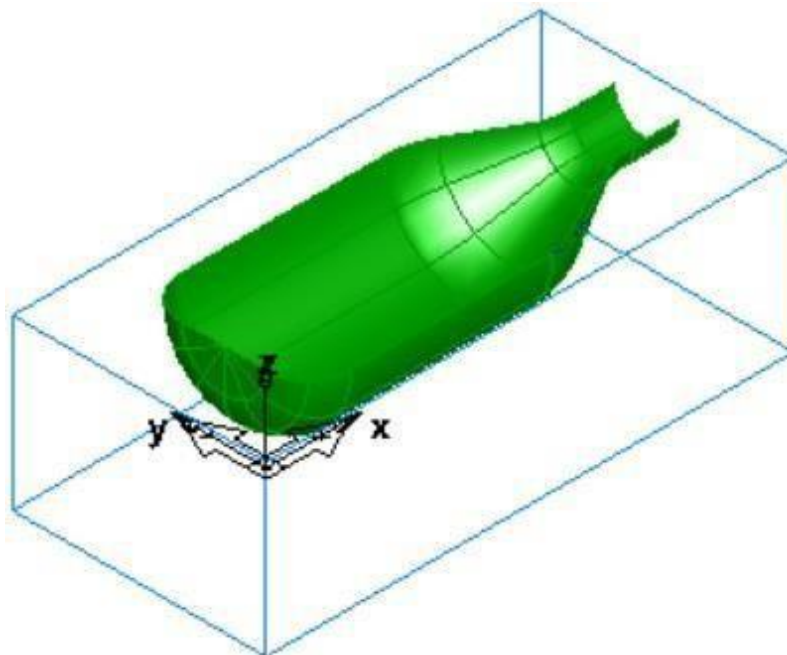
3. У меню **Hide** *Сховати*  на панелі інструментів **Advanced** *Додатково* натисніть на кнопку **Hide All Geometry**

Сховати всю геометрію .

4. У меню **Show** *Показати*  на панелі інструментів **Advanced**

Додатково натисніть на кнопку **Show all surfaces** *Показати всі поверхні* .

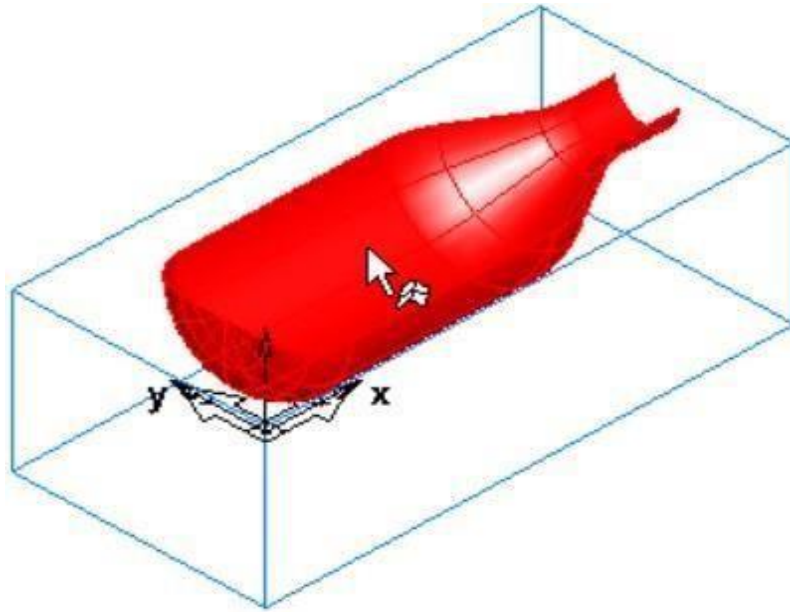
5. Натисніть на кнопку **Shade** *Зафарбувати*  на **Standard** *Стандартній* панелі інструментів, щоб закрасити деталь.




Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 94

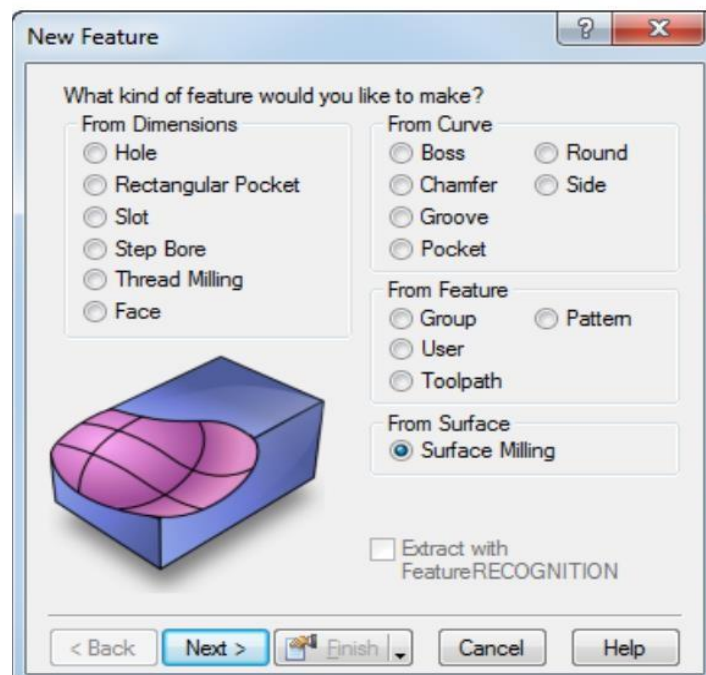
Створення елемента Обробка поверхні

Даний розділ показує, як створювати елементи поверхні. Та після їх створення послідовність генерування траєкторій для декількох поверхонь, використовуючи набір 3D стратегій.



1. На панелі інструментів **Standard** Стандартня натисніть на кнопку **Select** Вибір  та виберіть поверхню (srf1 пврх1). Обраний об'єкт стає червоним.

2. Виберіть крок **Features** Елементи

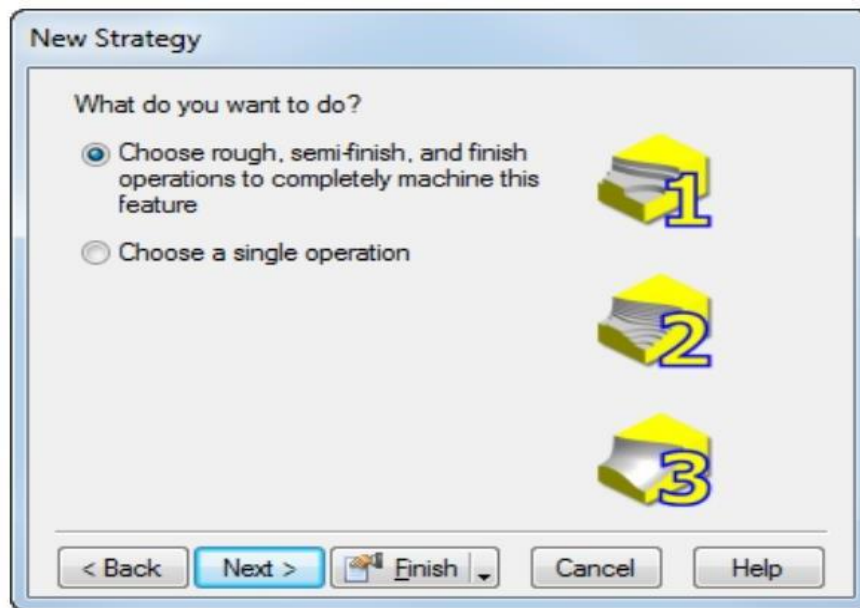


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 95

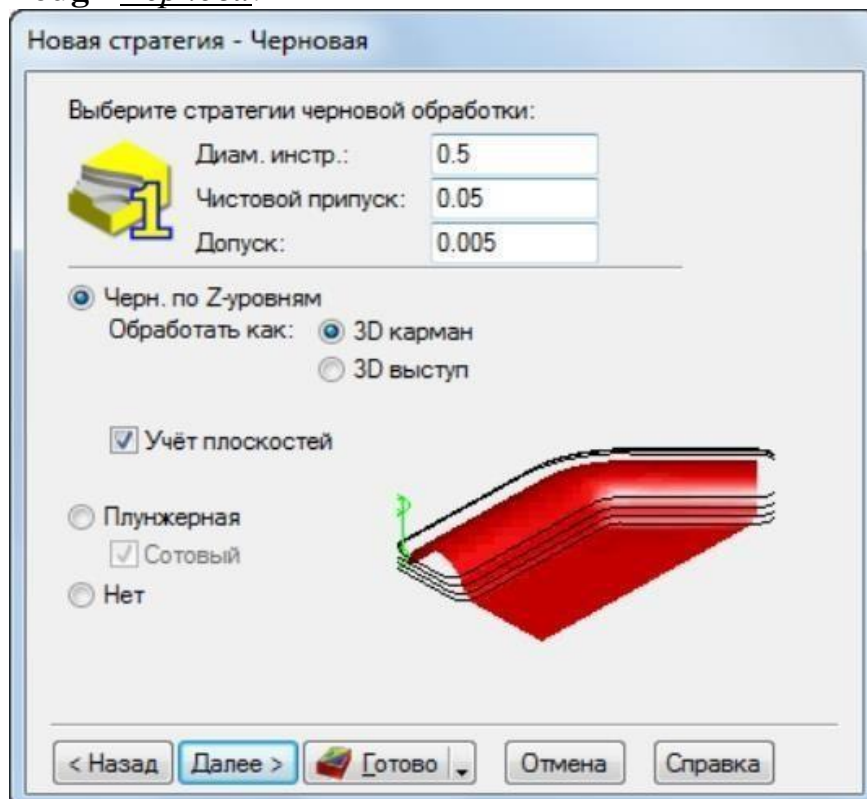
3. В майстрі **New Feature** *Новий елемент* у розділі **From Surface** *З поверхні* виберіть **Surface Milling** *Обробка поверхні* та натисніть **Далі**.

На сторінці **Part Surface** *Поверхні* деталі натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **New Strategy** *Новая стратегія* виберіть опцію **Choose Rough, Semi Finish, and Finish...** *Вибрати чернову, напівчистову і чистову...* та натисніть **Next** *Далі*.



На сторінці **Rough** *Чернова*:



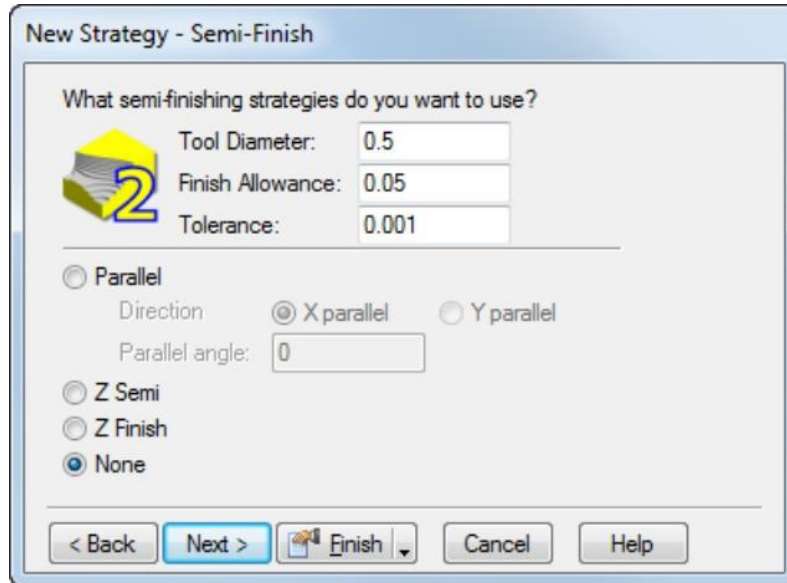
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 96

Виберіть опцію **Z Level Rough** *Чернова* по Z-уровням.

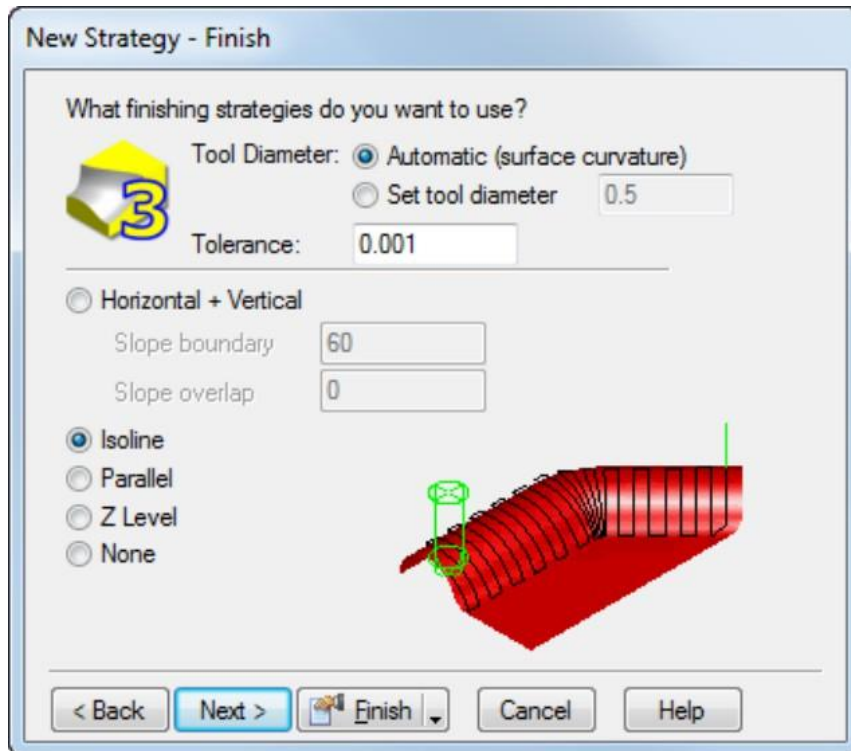
Виберіть **Classify slices as 3D Pocket** *Обробити як 3D карман*.

Натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Semi-Finish** *Напівчистова* виберіть **None** *Ні* і натисніть **Next** *Далі*.



На сторінці **Finish** *Чистова* виберіть **Isoline** *Ізолінія*.






Натисніть на кнопку **Finish** *Готово*.

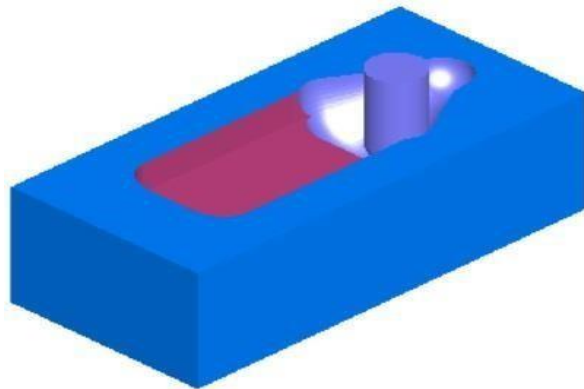
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 97

Імітація траєкторій


Щоб подивитись імітацію траєкторії:

1. Виберіть крок **Toolpaths** *Траєкторії*  на панелі **Steps** *Кроки*. Він відкриє панель інструментів **Simulation** *Імітація*.

2. Натисніть на кнопку **3D Simulation** *3D імітація* , та клацніть по кнопці **Play** *Пуск*  для запуску імітація. Якщо з'явиться вікно **Automatic Ordering Options** *Опції автопорядку*, натисніть **OK**, для його закриття. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.



Зверніть увагу, як з точок імітуються траєкторії, включаючи повороти деталі.

Натисніть **Eject** *Заховати імітацію* . Це скриває панель інструментів **Simulation** *Імітація*.

Виконати перевірку керуючої програми на вертикальному обробному центрі HAAS VF-2SSYT-NG.

Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі FeatureCAM створити необхідні елементи фрезерної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата з ЧПК.

Основною метою даного завдання є вивчення допоміжних можливостей створення елементів геометрії, та методів створення поверхонь. В процесі виконання роботи студент повинен навчитись створювати елементи обробки поверхонь. Вміти налаштовувати режими обробки для досягнення необхідної якості деталі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 98

Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

- Тема та мета заняття.
- Індивідуальне завдання.
- Розробка керуючої програми фрезерної 3,5D обробки:
 - Вигляд та розміри заготовки;
 - Елементи та контури для генерування керуючої програми; операції та їх основні характеристики;
 - Код керуючої програми;
 - Модель деталі.
- Висновки за лабораторним заняттям.

Контрольні запитання

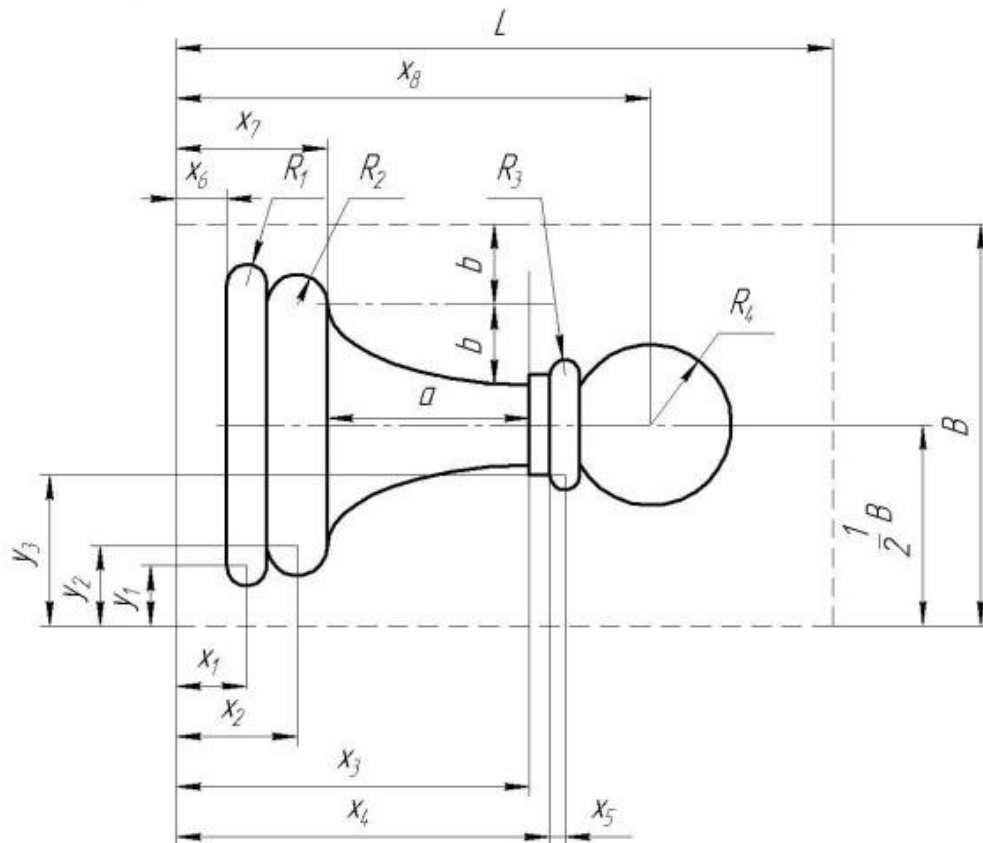
1. Особливості створення вертикальних, горизонтальних ліній. Команди редагування геометрії. Створення еліпсу та інших складних контурів.
2. Опишіть методи створення поверхонь FeatureCAM.
3. Опишіть методику створення елемента обробки поверхні.
4. Поясніть особливості використання та різницю обробки поверхні при режимі 3D карман, та 3D виступ.
5. Поясніть різницю при використанні режиму обробки контуру по ізолінії, растрову та Z-рівням.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 101

ДОДАТОК Г

Варіанти завдань до лабораторної роботи

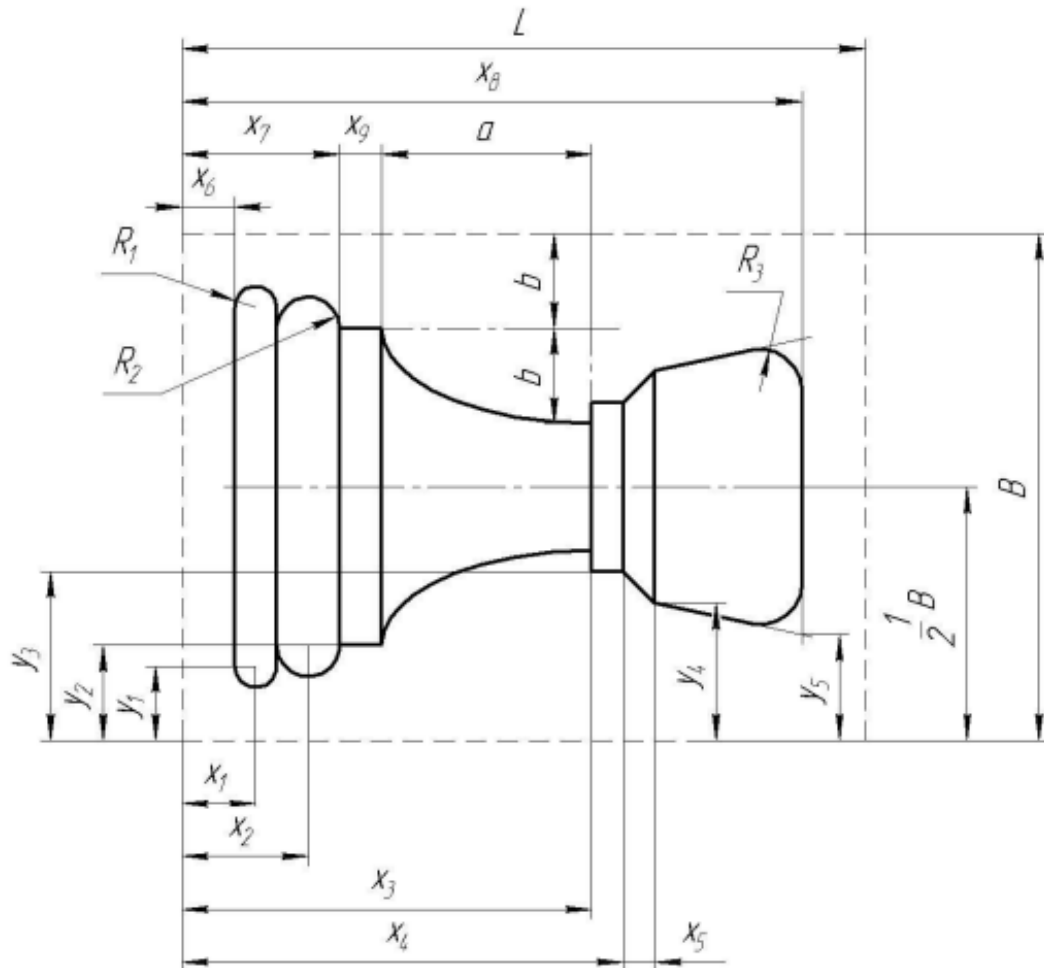
Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури. Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



№ вар.	B, мм	L, мм	Розміри еліпсу, мм		x ₁ , мм	x ₂ , мм	x ₃ , мм	x ₄ , мм	x ₅ , мм	x ₆ , мм	x ₇ , мм	x ₈ , мм	y ₁ , мм	y ₂ , мм	y ₃ , мм	R ₁ , мм	R ₂ , мм	R ₃ , мм	R ₄ , мм
			a	b															
1	100	165	50	20	17,5	30	87,5	92,5	3,75	12,5	37,5	117,5	15	20	37,5	5	7,5	3,75	20
5	80	130	40	16	14	24	70	74	3	10	30	94	12	16	30	4	6	3	16
9	60	100	30	12	10,5	18	52,5	55,5	2,25	7,5	22,5	70,5	9	12	22,5	3	4,5	2,25	12
13	40	65	20	8	7	12	35	37	1,5	5	15	47	6	8	15	2	3	1,5	8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 100

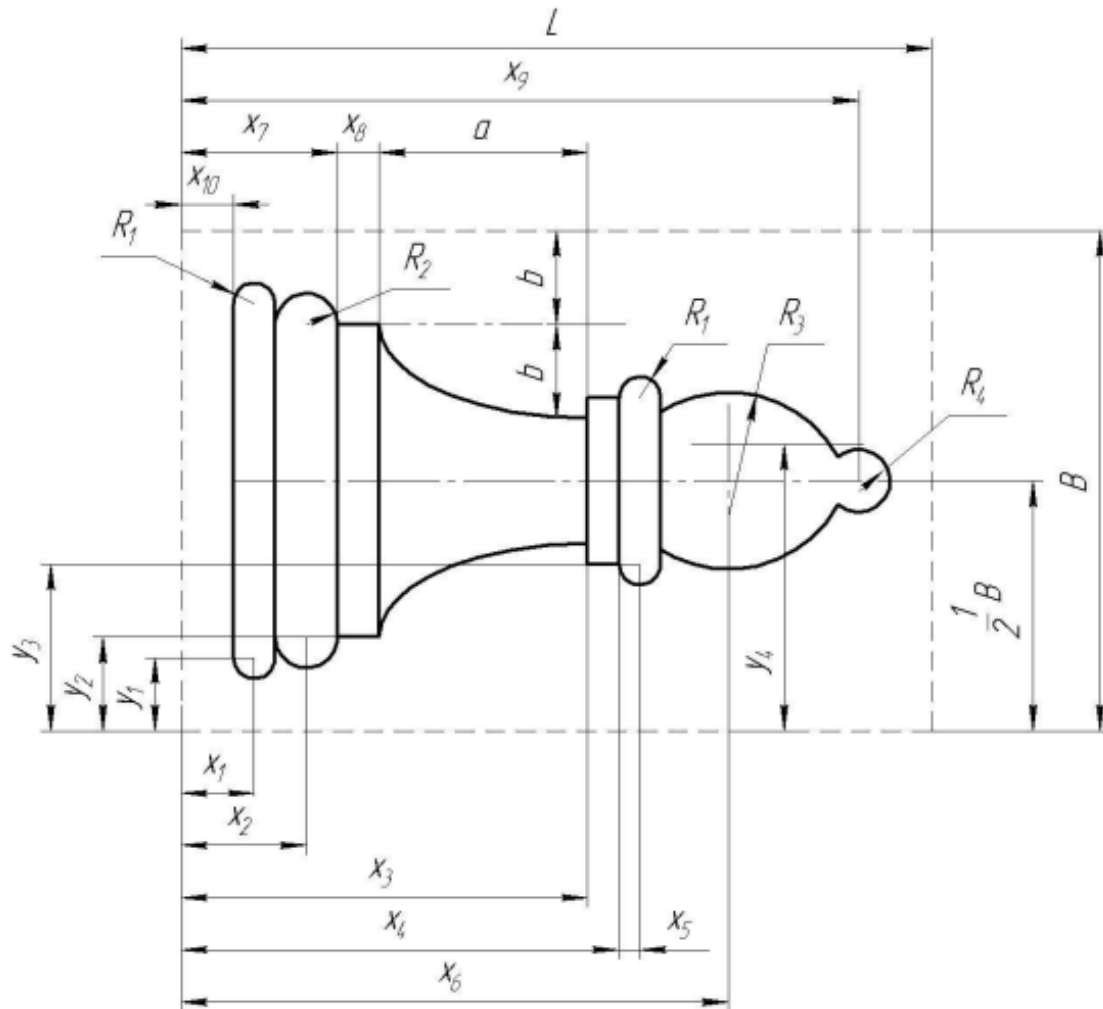
Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури.
Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



№ вар.	B, мм	L, мм	Розміри еліпсу, мм		x ₁ , мм	x ₂ , мм	x ₃ , мм	x ₄ , мм	x ₅ , мм	x ₆ , мм	x ₇ , мм	x ₈ , мм	x ₉ , мм	y ₁ , мм	y ₂ , мм	y ₃ , мм	y ₄ , мм	y ₅ , мм	R ₁ , мм	R ₂ , мм	R ₃ , мм
			a	b																	
2	120	165	50	22,5	17,5	30	97,5	105	7,5	12,5	37,5	147,5	10	17,5	22,5	40	32,5	25	5	7,5	10
6	96	130	40	18	14	24	78	84	6	10	30	118	8	14	18	32	26	20	4	6	8
10	72	100	30	13,5	10,5	18	58,5	63	4,5	7,5	22,5	88,5	6	10,5	13,5	24	19,5	15	3	4,5	6
14	48	65	20	9	7	12	39	42	3	5	15	59	4	7	9	16	13	10	2	3	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 101

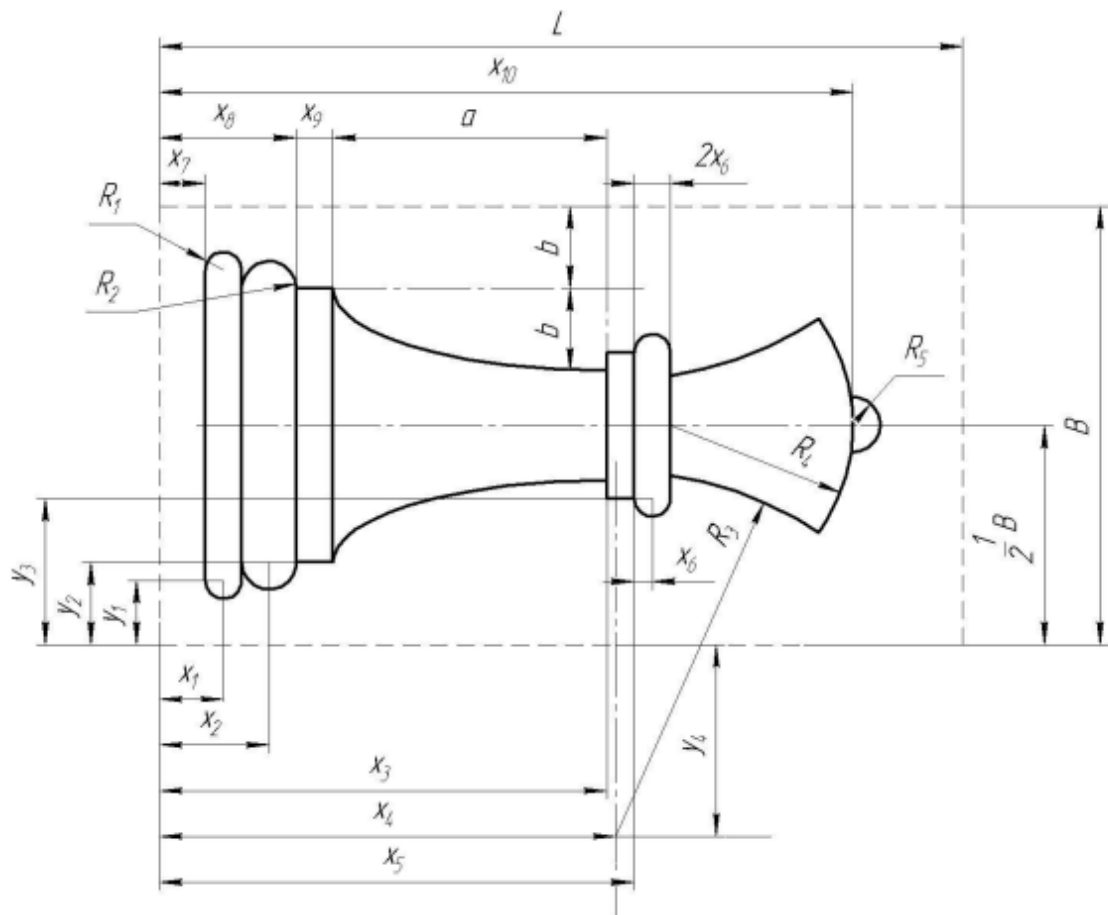
Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури.
Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



№ вар.	В, мм	L, мм	Розміри еліпсу, мм		x ₁ , мм	x ₂ , мм	x ₃ , мм	x ₄ , мм	x ₅ , мм	x ₆ , мм	x ₇ , мм	x ₈ , мм	x ₉ , мм	x ₁₀ , мм	y ₁ , мм	y ₂ , мм	y ₃ , мм	y ₄ , мм	R ₁ , мм	R ₂ , мм	R ₃ , мм	R ₄ , мм
			a	b																		
3	120	180	50	22,5	17,5	30	97,5	105	5	131,25	37,5	10	162,5	12,5	17,5	22,5	40	68,75	5	7,5	30	7,5
7	96	144	40	18	14	24	78	84	4	105	30	8	130	10	14	18	32	55	4	6	24	6
11	72	108	30	13,5	10,5	18	58,5	63	3	78,75	22,5	6	97,5	7,5	10,5	13,5	24	41,25	3	4,5	18	4,5
15	48	72	20	9	7	12	39	42	2	52,5	15	4	65	5	7	9	16	27,5	2	3	12	3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 102

Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури.
Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



№ вар.	В, мм	L, мм	Розміри еліпсу, мм		x_{11} , мм	x_{12} , мм	x_{13} , мм	x_{14} , мм	x_{15} , мм	x_{16} , мм	x_{17} , мм	x_{18} , мм	x_{19} , мм	x_{20} , мм	y_{11} , мм	y_{12} , мм	y_{13} , мм	y_{14} , мм	R_{11} , мм	R_{12} , мм	R_{13} , мм	R_{14} , мм	R_{15} , мм
			a	b																			
3	120	220	75	22,5	17,5	30	122,5	125	130	5	12,5	37,8	10	190	17,5	22,5	40	52,5	5	7,5	100	50	7,5
7	96	176	60	18	14	24	98	100	104	4	10	30	8	152	14	18	32	42	4	6	80	40	6
11	72	132	45	13,5	10,5	18	73,5	75	78	3	7,5	22,5	6	114	10,5	13,5	24	31,5	3	4,5	60	30	4,5
16	48	88	30	9	7	12	49	50	52	2	5	15	4	76	7	9	16	21	2	3	40	20	3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 103

Лабораторна робота №9

ПРОЕКТУВАННЯ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЇ ОБРОБКА В AUTODESK FEATURECAM

Мета роботи - вивчити можливості системи Autodesk FeatureCAM при комбінуванні токарних та фрезерних операцій. Навчитись створювати керуючі програми для обробки однієї деталі точінням та фрезеруванням за один установам.

Приклад створення типової деталі токарно-фрезерної обробки

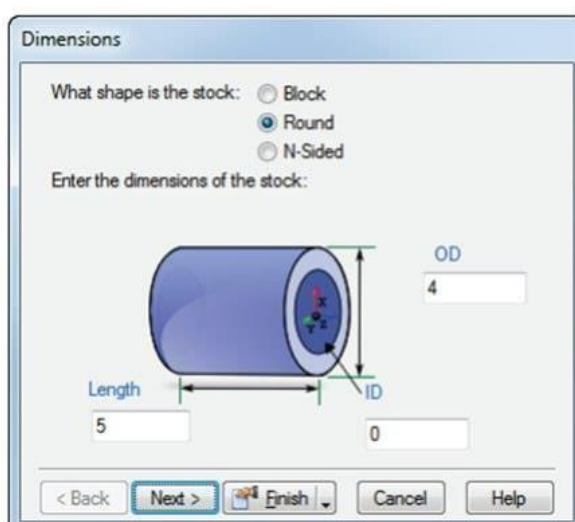
Даний приклад знайомить студентів зі створенням деталей для токарних верстатів з можливістю фрезерування. Методами поєднання токарних та фрезерних операцій та створення фрезерних елементів на торці деталі та зовнішньому діаметрі.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1, однак у якості типу обробки необхідно вибрати **Turn/Mill** Точіння/Фрезерування, одиниці вимірювання – дюйми.

Підготовчі кроки

Підготовчі кроки визначають заготовку, систему координат і вид.

1. На сторінці **Dimensions** Розміри **Wizard Stock** майстра Заготовка:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 104

Виберіть форму **Round** *Кругла*.

Введіть **OD** (зовнішній діаметр) 3. □

Введіть **Length** *Довжину* 2.

Введіть **ID** (внутрішній діаметр) 0.

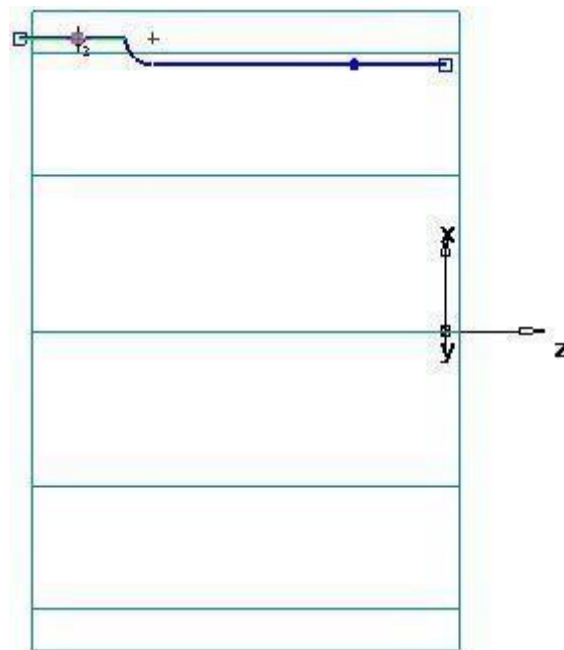
В кнопці-меню **Finish** *Готово* виберіть кнопку **Finish** *Готово*.

2. В меню **View** *Вид*  виберіть **Central All** *Все в центр* .

3. В меню виберіть **Parameters** *Параметри* > **Input mode for turning** *Режим вводу для точіння* > **Diameter** *Діаметр (DZ)*, щоб активувати введення координат значеннями **Diameter** *Діаметра* і **Z**.

Визначення геометрії

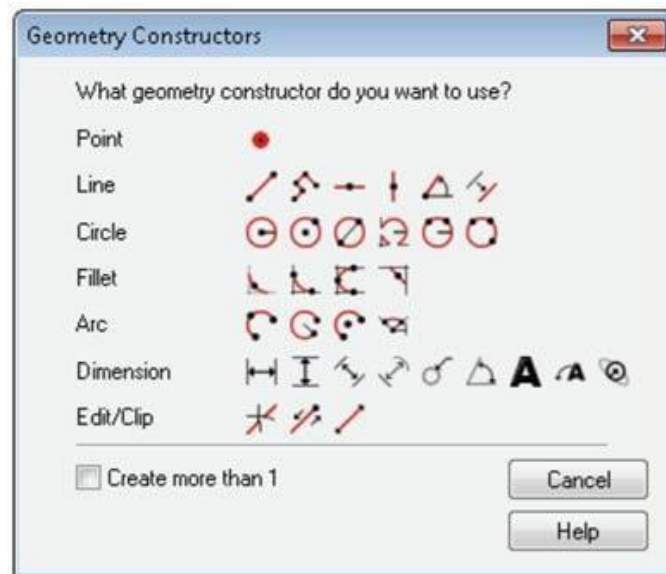
Цей розділ показує, як проектувати деталь.




1. Накреслити три лінії:

Виберіть шаг **Geometry** *Геометрія*  на панелі **Steps** *Кроки*. Це відкриває діалог **Geometry Constructor** *Інструменти побудови геометрії*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 105



Виберіть опцію **Create more than 1** *Створити декілька* та натисніть на кнопку **Continuous line**  *Непреривна лінія*. Відкриється панель інструментів **Feature/Geometry Edit bar** *Редагування елемента/геометрії*.



Для створення двох ліній, які визначають зовнішній профіль, на панелі **Feature/Geometry Edit bar** *Редагування елемента/геометрії*:

Для точки 1 введіть **D/Z 1**: **D 2.5, Z 0.**

Для точки 2 введіть **D/Z 2**: **D 2.5, Z -1.5.**

Натисніть **Enter**, щоб створити лінію.

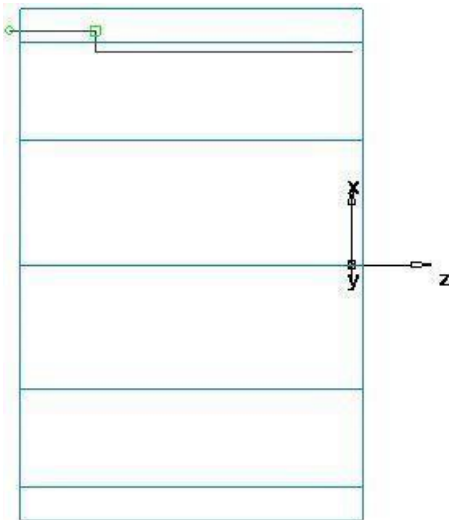
Створіть другу лінію зі значеннями: Для точки 2 введіть **D/Z 2**: **D 2.75, Z -1.5.**

Натисніть **Enter**, щоб створити другу лінію.


Створіть третью лінію со значеннями: Для точки 2 введіть **D/Z 2** значення **D 2.75, Z -2.**

Натисніть **Enter**, щоб створити третю лінію.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 106



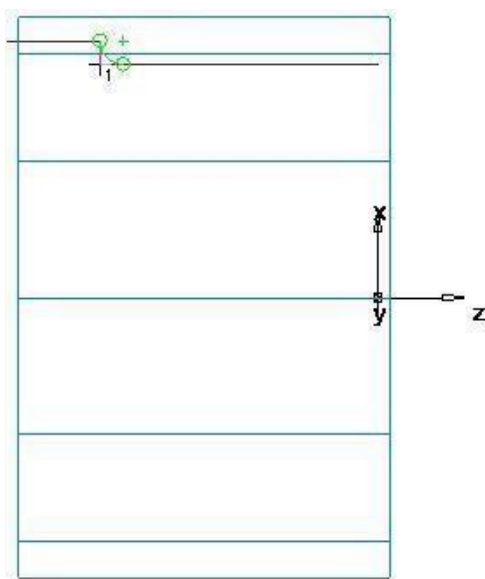
2. Створіть заокруглення з метою обрізання ліній.

Виберіть шаг **Geometry** *Геометрія*  на панелі **Steps** *Кроки*.

В діалогові **Geometry Constructor** *Інструменти побудови геометрії* у списку опцій **Fillet** *Скруглення* натисніть на кнопку **Corner Fillet** *Кутове скруглення*.

На панелі **Feature/Geometry Edit bar** *Редагування елемента/геометрії* введіть радіус (R) 0.125.

Розташуйте курсор миші в куті між першою і другою лініями і клацніть для створення заокруглення. Заокруглення автоматично обрізає лінії.



2. Для обробки деталі необхідно поєднати криві.

Виберіть шаг **Curves** *Криві*  на панелі **Steps** *Кроки*.

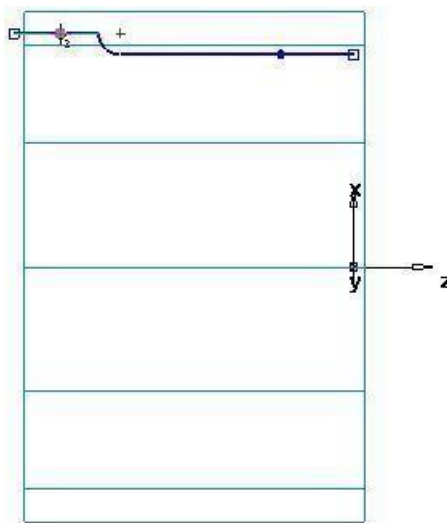
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 107

В діалогу **Curves Creation** Створення ліній виберіть кнопку

Choosing of curves parts  Вибір ділянок кривої

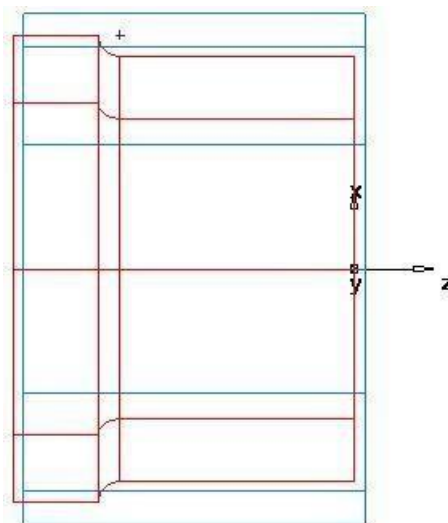
В графічному вікні клацніть спочатку по першій, а потім по третій лінії.

На панелі **Feature/Geometry Edit bar** *Редагування елемента/геометрії* вкажіть ім'я кривої "**turn - точіння**" і натисніть **Enter**.




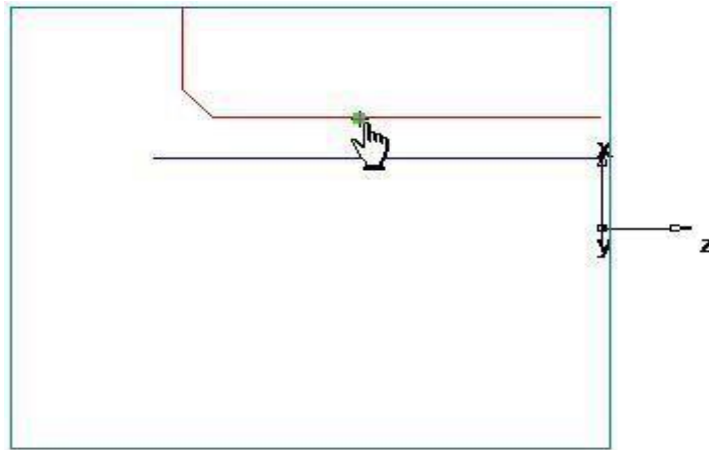
Створення елементів

Цей приклад показує, як створювати токарні елементи.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 108

1. Натисніть на кнопку 2D Turned Profiles  (Токарний 2D вид) на панелі інструментів **Display Mode** *Режим відображення*, щоб увімкнути 3D вигляд деталі.
2. Створіть елемент **Turning** *Точіння*.



Кроки для створення нового елемента Turning *Точіння*:


Виберіть вкладку **Steps**  *Кроки*.

Натисніть на **Features** *Елементи*.

У майстрі **New Feature** *Новий елемент* виберіть опцію **Turning** *Точіння* і натисніть **Next** *Далі*.

Виберіть **Turning** *Точіння* у розділі **From Curve** *Від кривої* і знову натисніть **Next** *Далі*.

У полі **Curve** *Крива* виберіть **Turning** *Точіння* із списку.

Натисніть на кнопку **Select Curve**  *Вибрати криву* для графічного вибору кривої. Діалог згорнеться.


Натисніть на криву, яку ви раніше назвали точіння.


У діалозі **Select** *Вибір* виберіть точіння і натисніть **OK**.

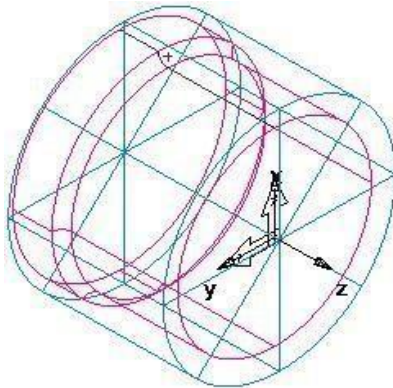
Натисніть **Finish** *Готово*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 109

Перегляд деталі:

- На **Standard Стандартній** панелі інструментів виберіть кнопку для **Isometric View**  *Ізометричний вид*.

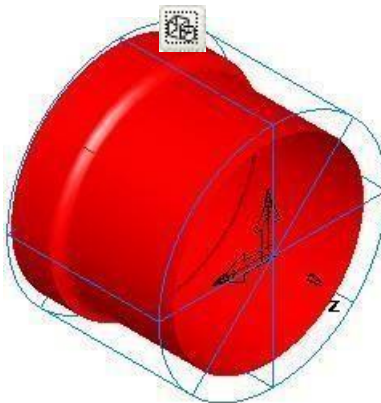
Якщо відображено 2D вигляд деталі, натисніть на кнопку **2D Turned Profiles** *2D токарні профілі*  на панелі інструментів **Display Mode** *Режим відображення*.



Зафарбуйте деталь:


Відкрийте панель **Part View** *Вид деталі* і виберіть **turn 1** *точіння 1* під узлом **Setup 1** *Установ1*.

Натисніть на кнопку **Shade Selected** *Зафарбувати вибрані об'єкти*  на панелі інструментів **Display Mode** *Режим відображення*.



Натисніть на кнопку **Unshade All** *Забрати зафарбування всього* на панелі інструментів **Display Mode** *Режим відображення*, щоб повернутись до каркасного вигляду.

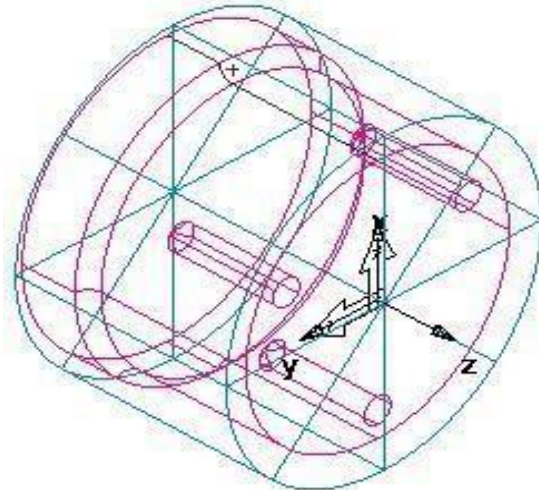
Для зміни виду на вигляд згори, серед кнопок меню **Principal View**


Основний вид  натисніть на кнопку **Top**  *Зверху*.

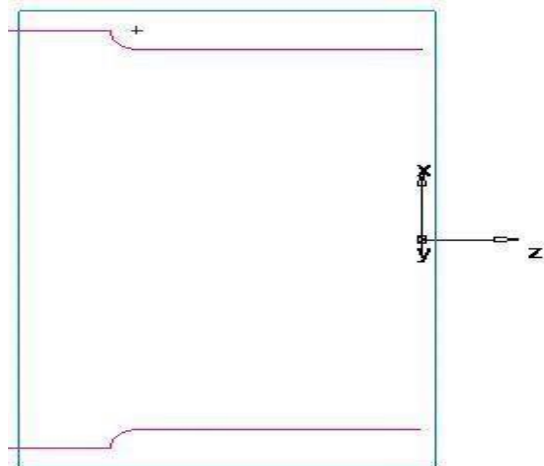
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 110

Створення трьох радіальних отворів на грані

Цей розділ показує, як додати три отвори до деталі.



Щоб повернутись до 2D вигляду моделі, натисніть на кнопку **2D Turned Profiles** *2D токарні профілі*  на панелі інструментів **Display Mode** *Режим відображення*.



1. Створіть отвір.

Натисніть на шаг **Features**  *Елементи* на панелі **Steps** *Кроки*.

В майстрі **New Feature** *Новий елемент* виберіть опцію

Turn/Mill *Точіння - Фрезерування* і натисніть **Next** *Далі*.

У розділі **From Dimensions** *По розмірам* виберіть **Hole** *Отвір* і натисніть **Next** *Далі*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 111

В діалозі **Dimensions Розміри**:

Введіть **Chamfer Фаску** 0.0.

Введіть **Depth Глубину** 1.0.

Введіть **Diameter Діаметр** 0.25.

Натисніть **Finish and Create More Прийняти і створити ще**

2. Створіть масив з елемента:

В майстрі **New Feature Новий елемент** виберіть опцію **Turn/Mill**

Точіння/Фрезерування і натисніть **Next Далі**.

У полі **From Dimensions По розмірам** виберіть **Array Масив** і натисніть **Next Далі**.

Виберіть тільки що створений отвір і натисніть **Next Далі**.

Виберіть **Radially in XY Plane Радіально в площині XY** установка і натисніть **Next Далі**.

На сторінці **Array - Dimensions Масив - Розміри**:

Введіть **Number Число** 3.0.

Введіть **Diameter Діаметр** 2.0.


Введіть **Interval Angle Інтервальний кут** 120.


Введіть **Angle Кут** 60.

Натисніть **Finish Готово**.

Натисніть **Cancel Відміна**.

Перегляньте 3D каркасне відображення деталі:

Натисніть на кнопку **2D Turning Profiles 2D токарні профілі**  на панелі інструментів **Display Mode Режим відображення**, щоб увімкнути 3D відображення деталі.

Натисніть на кнопку **Isometric View Ізометричний вид**  на **Standard Стандартній** панелі інструментів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 112


3. Гравірування грані

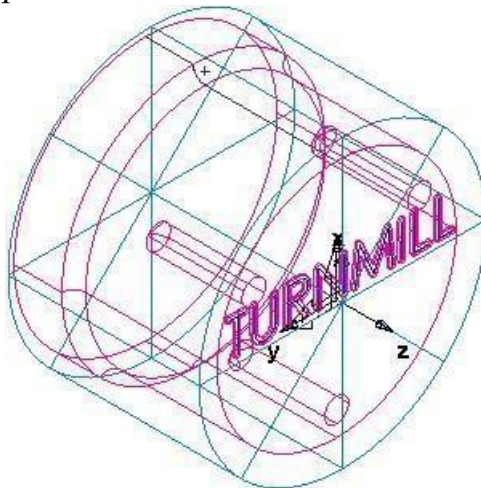
Цей розділ показує, як гравірувати деталь за допомогою:

- **Creating Engraving Text** Створення тексту гравірування.
- **Creating Groove Feature** Створення елементу Канавка

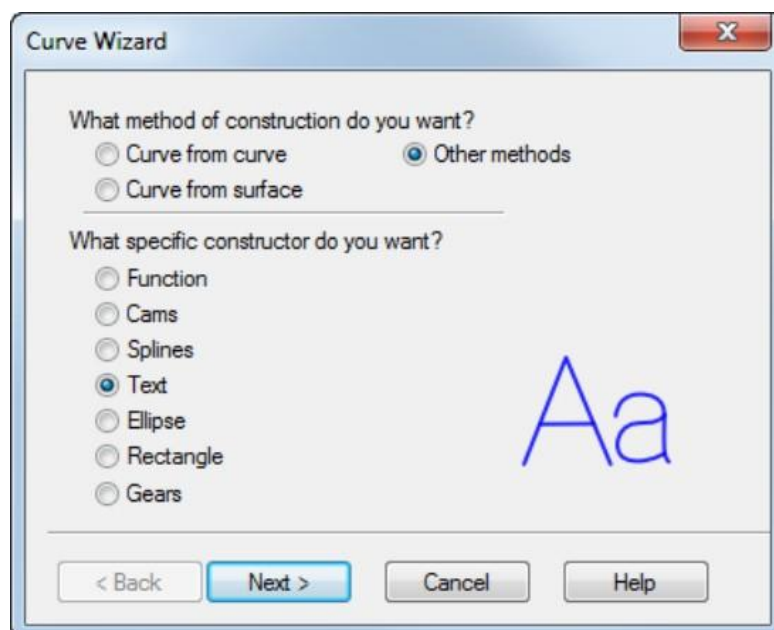
1. Створіть криву:

Виберіть шаг **Curves**  *Криві* на панелі **Steps** *Кроки*.

В діалогу **Line Creation** *Створення ліній* виберіть кнопку **Curve Wizard**  *Майстер створення кривих*.



У **Curve Wizard** *Майстрі створення кривих*:

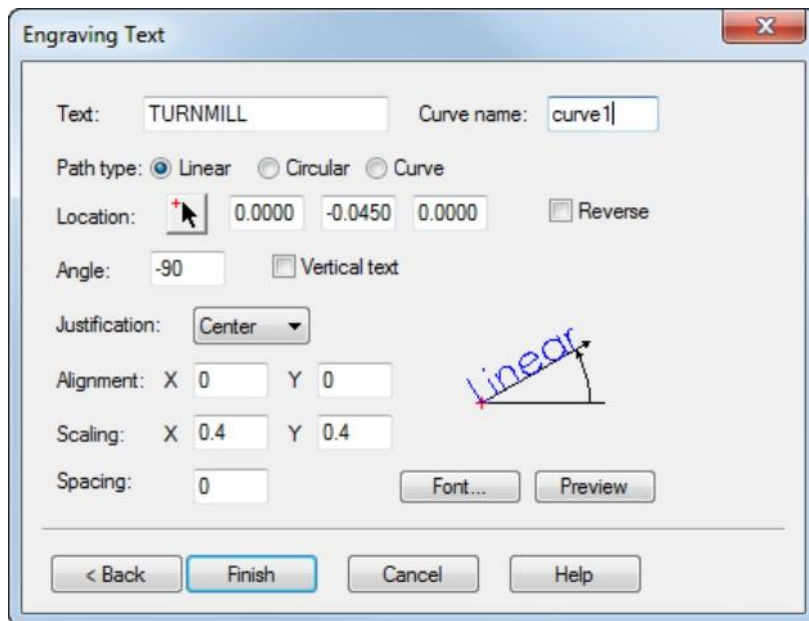


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 113

Виберіть **Other Methods** *Інші методи* у якості методу побудови.

Виберіть **Text** *Текст*.

Натисніть **Next** *Далі*.



На сторінці **Text Engraving** *Гравіровка текста* налаштуйте властивості тексту.

У строчці **Text** *Текст* введіть **TURNMILL**.

Виберіть **Form** *Форма* – **Linear** *Лінійна*.

Введіть положення **X** 0.0, **Y** -0.045, **Z** 0.0.

Введіть **Angle** *Кут* -90.

У списку **Alignment** *Вирівнювання* виберіть **Center** *Центр*.

Введіть **Scale** *Масштаб*: **X** 0.4, **Y** 0.4.

Натисніть на кнопку **Font** *Шрифт*, щоб відкрити діалог **Font** *Шрифт*.

У списку **Font** *Шрифт* виберіть **Machine Tool Gothic**.

Введіть **Size** *Розмір* 72.


Натисніть **OK** *ОК*, щоб закрити діалог. Натисніть **Finish** *Готово*, щоб закрити майстер.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 114

4. Створіть елемент Канавка:

Виберіть текст **TURNMILL** (крива 1) у графічному вікні.

Натисніть на шаг **Features Елементи** на панелі **Steps Кроки**.

В майстрі **New Feature**  *Новий елемент* виберіть опцію **Turn/Mill** *Точіння/Фрезерування* і натисніть **Next Далі**.

У полі **From Curve Від кривої** виберіть **Groove Канавка** і натисніть **Next Далі**.

На сторінці **Curve Крива** натисніть **Next Далі**.

На сторінці **Position Положення** натисніть **Next Далі**.

На сторінці **Dimensions Розміри**:

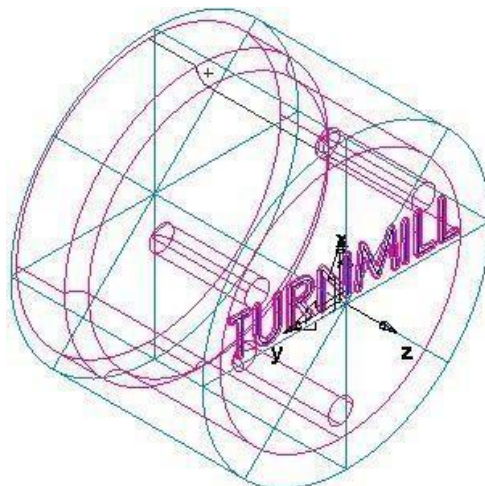
Введіть **Width Ширина** 0.0625.

Введіть **Depth Глибина** 0.02.

Виберіть **Face Торець**.

Виберіть **Simple (Engraving) Проста (Гравіювання)**.

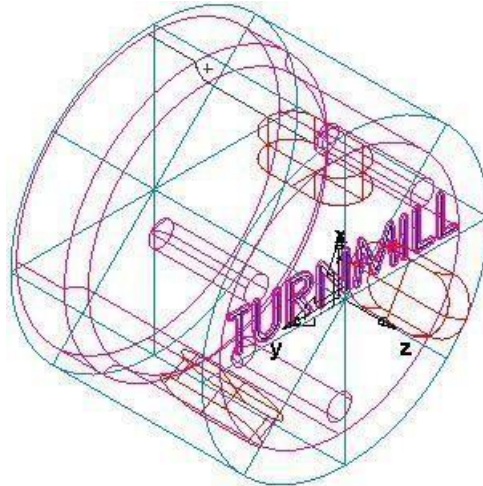
Натисніть **Finish Готово**.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 115

Створення трьох пазів

Цей розділ показує, як додати три паза на деталь для фрезерування.



Створіть елемент Паз:

Натисніть на шаг **Features**  *Елементи* на панелі **Steps** *Кроки*.

В майстрі **New Feature** *Новий елемент* виберіть опцію **Turn/Mill** *Точіння/Фрезерування* і натисніть **Next** *Далі*.

У розділі **From Dimensions** *По розмірам* виберіть **Slot** *Паз*.

Виберіть **Create Array from this Feature** *Створити масив з цього елемента* і натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Dimensions** *Розміри*:

Введіть **Length** *Довжина* 1.0.

Введіть **Width** *Ширина* 0.5.

Введіть **Depth** *Глибина* 0.25.

Натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Array** *Масиви* виберіть **Radial around Rotation Axis** *Радіальний навколо вісі повороту* і натисніть **Next** *Далі*.

На сторінці **Position** *Положення*:

Введіть **Angle** *Кут* 90.

Введіть **Radius** *Радіус* 1.25.

Введіть **Z** 0.25.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 116

Натисніть **Next** Далі.


На сторінці **Dimensions** Розміри:



Введіть **Count** Число 3.

Введіть **Interval Angle** Інтервальний кут 120.

Натисніть **Finish** Готово.

Імітація траєкторій


Виберіть шаг **Toolpaths**  Траєкторії на панелі **Steps** Кроки. Це викличе панель інструментів **Simulation** Імітація.

Натисніть на кнопку **3D Simulation** , а потім клацніть по кнопці **Play**  Пуск для запуску імітації. Якщо з'явиться діалог **Autosequence Options** Опції автопорядку, натисніть **OK** ОК, щоб закрити його. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.



Траєкторії імітуються точно, включаючи повороти деталі.

✓ Для імітації токарно-фрезерних траєкторій необхідно вибрати **CNC File** Файл ЧПК для верстату, який підтримує токарну обробку інструментом з приводом, інакше з'явиться повідомлення про помилку.

Натисніть **Hide Simulation**  Сховати імітацію. Це закриває панель інструментів **Simulation** Імітація

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 117

Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі FeatureCAM створити необхідні елементи токарно-фрезерної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата.

Основною метою даного завдання є вивчення додаткових команд панелі інструментів «Геометрія», «Криві», «Елементи» та «Траєкторії». В процесі виконання роботи студент повинен навчитись більш вільно використовувати набір команд панелі інструментів «Геометрія», створювати контури різної конфігурації за допомогою майстра. Вміти створювати елементи фрезерування та масиви на їх базі.

Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Тема та мета заняття.
2. Індивідуальне завдання.
3. Розробка керуючої програми токарно-фрезерної обробки:
вигляд та розміри заготовки; елементи та контури для генерування керуючої програми; операції та їх основні характеристики; код керуючої програми; модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

Контрольні запитання

- Методи створення заокруглень та фасок на контурі деталі.
- Які елементи фрезерування можна створити без створення контуру.
- Методика створення та розташування масивів фрезерних елементів.
- Дайте визначення поняттю контур. Обґрунтуйте необхідність їх створення. Типи контурів, методи їх створення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 118

Лабораторна робота №9

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРО-ЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКА В AUTODESK FEATURECAM

Мета роботи - вивчити можливості системи FeatureCAM при роботі у режимі електроерозійна обробка. Навчитись створювати керуючі програми для електроерозійної обробки.

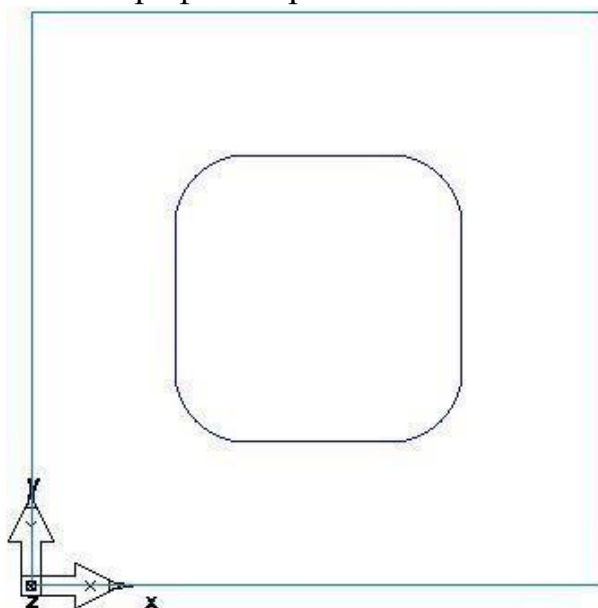
Приклад створення типової деталі електроерозійної обробки

Даний приклад знайомить студентів методикою моделювання 3D поверхонь, та їх обробкою за допомогою елементів фрезерування поверхонь. Визначенням операцій обробки та їх атрибутів.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1. У якості типу обробки необхідно вибирати Електроерозійну операцію, одиниці вимірювання – дюйми. У якості заготовки вибрати блок з товщиною 0,5, шириною – 4, та довжиною – 4.


Створення профілю

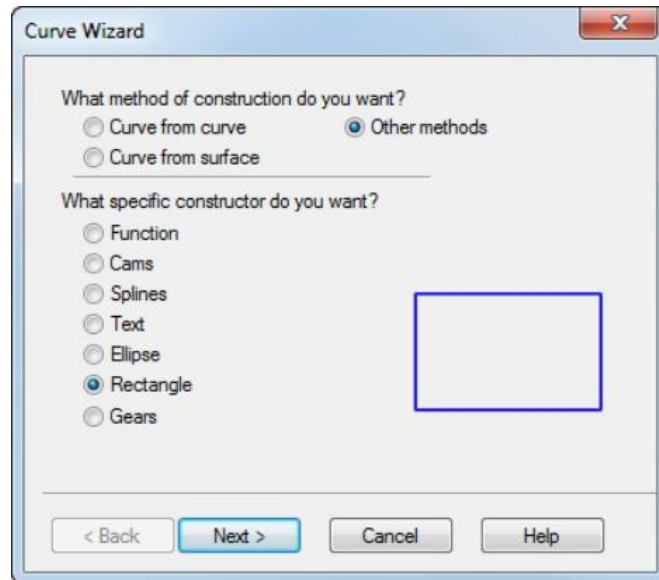
Даний крок визначає профіль обробки.



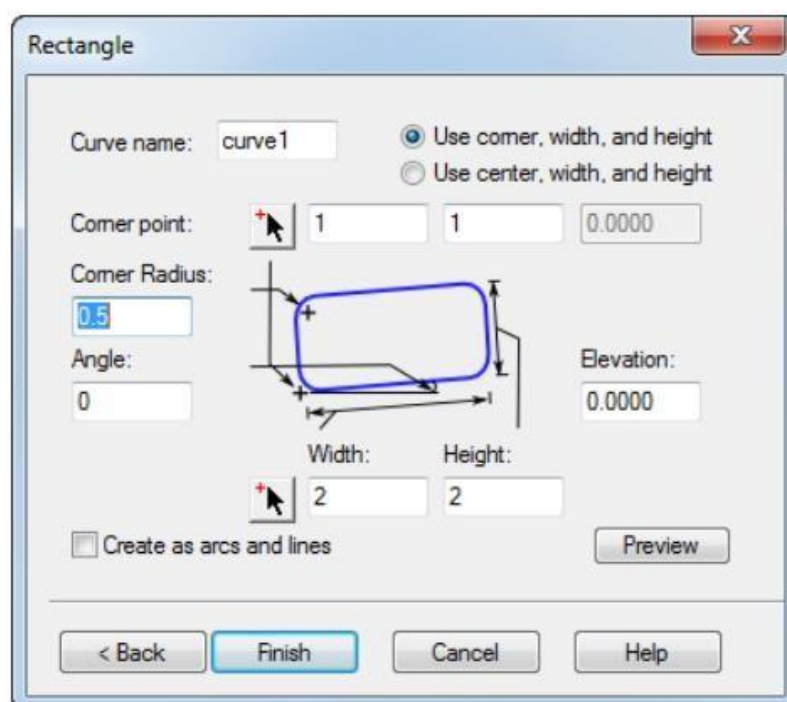
1. Оберіть крок **Curves** Криві  на панелі **Steps** Кроки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 119

- У діалогові **Curves Creation** *Створення ліній* оберіть кнопку **Curve Wizard**  *Майстер створення кривих*.
- У **Curve Wizard** *Майстрі створення кривих*:



- Оберіть метод побудови як **Other methods** *Інші методи*. □
- Оберіть побудову **Rectangle** *Прямокутника*.
- Натисніть **Next** *Далі*.
- На сторінці **Rectangle** *Прямокутник*:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 120

Оберіть **corner, width, and height** *кут, ширина і висота*. □

Введіть **corner point** кутову точку **1, 1, 0**.

Введіть **corner radius** кутовий радіус **0.5**. □


Введіть **Width** *Ширину* **2.0**.

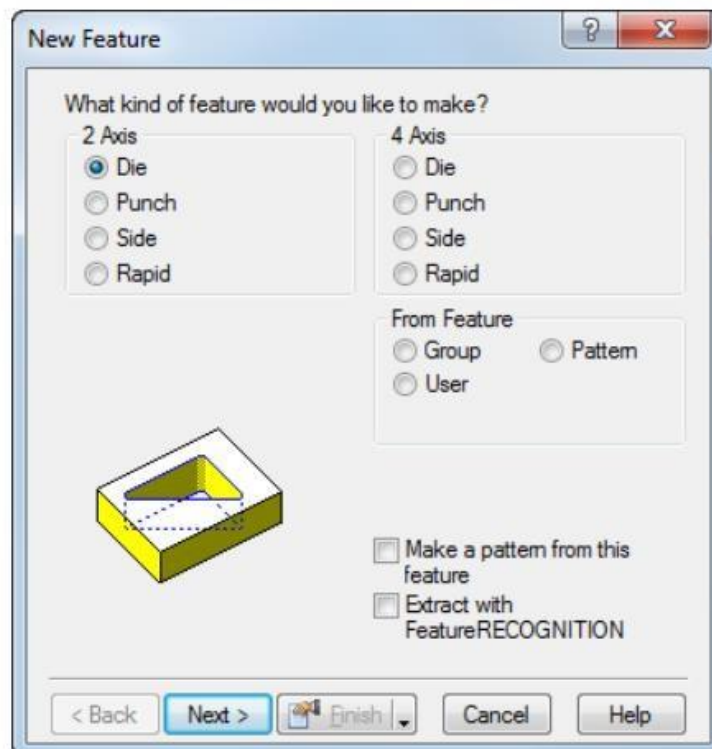
Введіть **Height** *Висоту* **2.0**.

Натисніть **Finish** *Готово*.


Створення елемента електроерозійної обробки

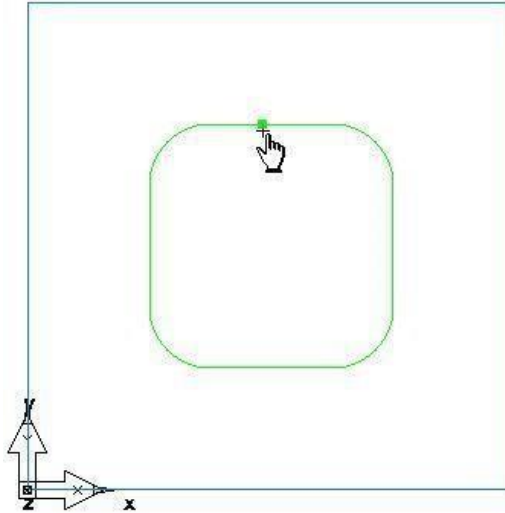
Даний розділ пояснює, як створити елемент ЕЕО.

1. Натисніть на крок **Features** *Елементи*  на панелі **Steps** *Шаги*.
2. У майстрі **New Feature** *Новий елемент* оберіть опцію **Die** *Матриця* у розділі **2 Axis** *2-осьова* і натисніть **Next** *Далі*.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 121

3. На сторінці **Curves** *Криві* натисніть на кнопку **Pick curve or geometry** *Вибрати криву або геометричний об'єкт*  і оберіть криву, яка щойно була створена, а потім натисніть **Next** *Далі*.

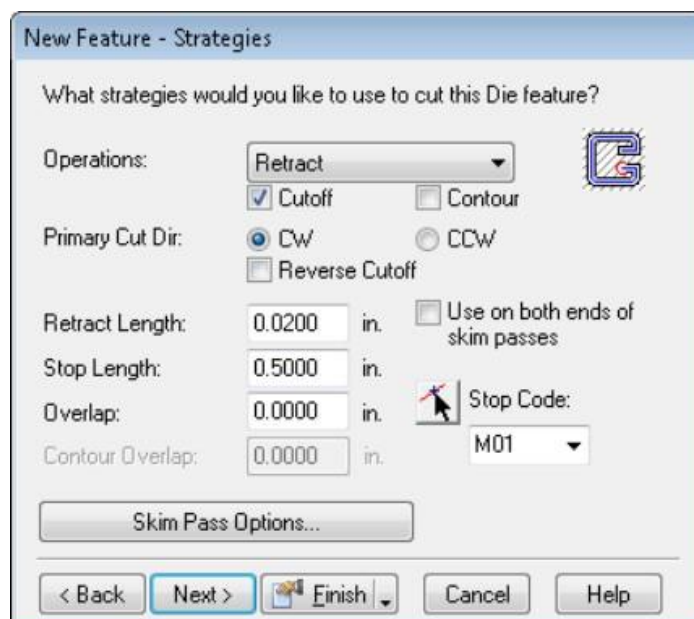


4. На сторінці **Location** *Положення* натисніть **Next** *Далі*.

5. На сторінці **Dimensions** *Розміри* введіть **Thickness** *Товщину* **0.5** і натисніть **Next** *Далі*.

6. На сторінці **Start** *Початок* натисніть **Next** *Далі*.

7. На сторінці **Strategies** *Стратегії*:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 122

У полі **Operations** Операції оберіть **Retract 3** відводом.

Оберіть **Cutoff** Відрізка.

Оберіть опції **Contour** По контуру.

Натисніть **Finish** Готово.

Імітація траєкторії ЕЕО

Ви створили елементи, а FeatureCAM автоматично:


Обирає найбільш оптимальні інструменти і операції;

Рекомендує стратегії обробки;

Розраховує швидкості та подачі;


Генерує траєкторії та створює коди КП.


Для перегляду імітації траєкторій:



1. Оберіть шаг **Toolpaths** Траєкторії  на панелі **Steps** Кроки.


Він викличе панель інструментів **Simulation** Імітація.



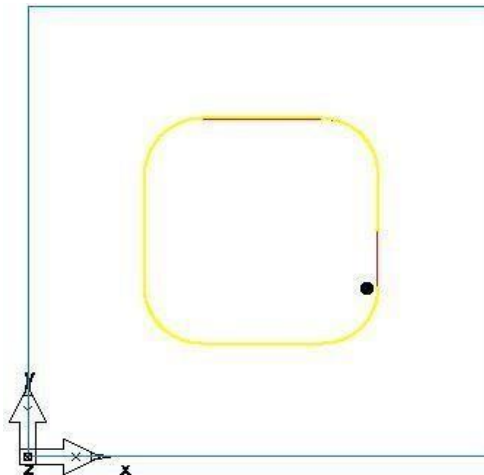
2. Натисніть на кнопку **2D Simulation** 2D імітація  на панелі інструментів **Simulation** Імітація.

3. Перемістіть слайдер **Simulation Speed** Швидкість імітації  на середину, щоб уповільнити імітацію.

4. В кнопці-меню **Simulation** Імітація  оберіть кнопку **Simulation Next** До наступної операції  для перегляду операції з відведенням. Якщо з'явиться діалог **Automatic Ordering Options** Опції автопорядку, натисніть **OK**, для його закриття.

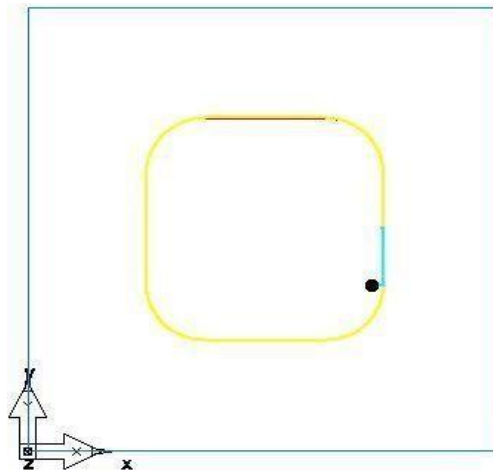
Якщо необхідно уповільнити імітацію, перемістіть слайдер **Simulation Speed** Скорість імітації  вліво.


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 123

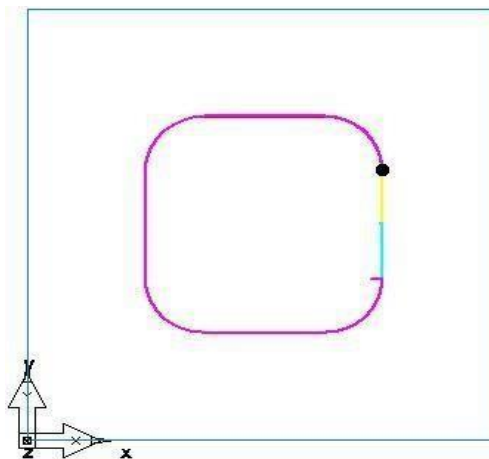



Ще раз натисніть кнопку **Play to Next**  До наступної операції , щоб побачити операцію відрізки.

5. Натисніть на кнопку



Play to Next Operation  До наступної операції , щоб побачити кінцеву операцію по контуру.




Натисніть **Eject** Приховати імітацію 

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 124

Створення коду КП

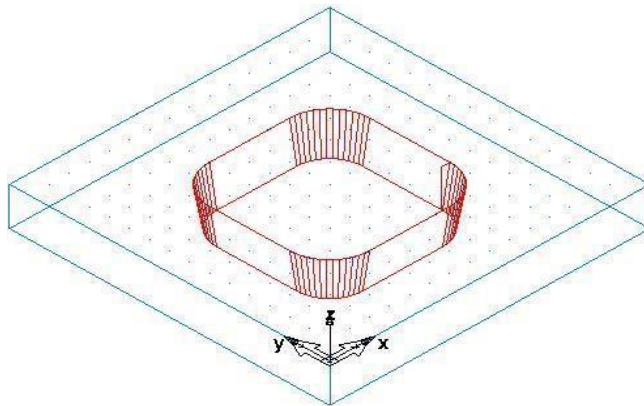
FeatureCAM генерує код КП для виготовлення деталей на верстатах з ЧПК. Ви можете згенерувати код КП після того, як імітували деталь, тобто після розрахунку траєкторій.


1. Оберіть крок **NC Code** Код  КП на панелі **Steps** Шаги.
Це відкриє діалог **NC Code** Код КП.

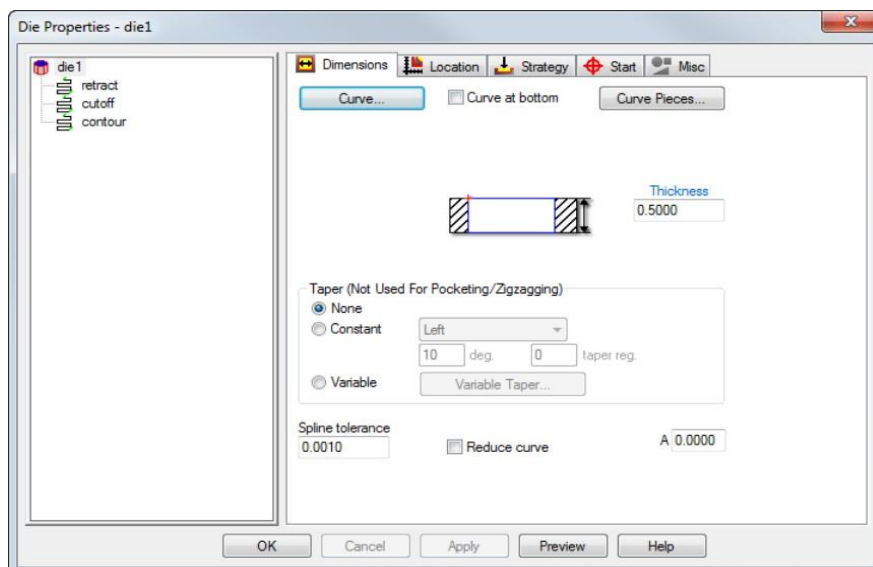
2. Натисніть на кнопку **Display the NC Code**  Перегляд кода КП для створення коду КП.

- Кут конусності

Даний приклад показує, як додати ухил на деталь ЕЕО.





- Відкрийте панель **Part View** Вид деталі, оберіть елемент **die1** матриця 1 в вузлі **Setup1** Установ1 і натисніть на кнопку **Properties** Властивості  на панелі інструментів **Feature/Geometry Edit** Редагування елемента/геометрії.
- В діалозі **Properties** Властивості для **die1** матриці 1:




Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 125

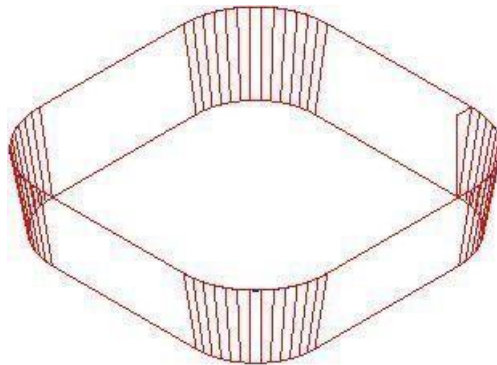
Оберіть **Constant** *Постійний*.
Оберіть тип конусу **Left** *Зліва*.
Введіть **deg** *Град* **10** у якості кута нахилу.

Натисніть **Apply** *Применить*.

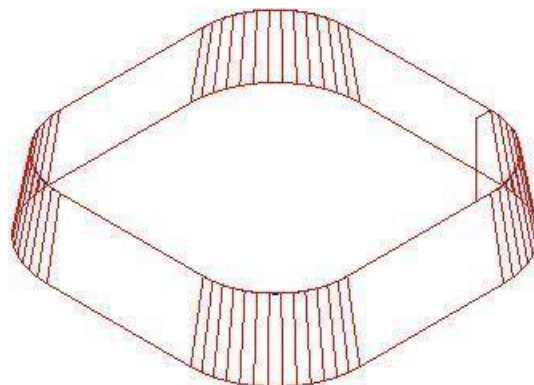
3. Натисніть на кнопку **Hide Stock** *Сховати заготовку*  в меню **Hide** *Сховати*  на **Advanced** *Додаткові* панелі інструментів.



4. Натисніть на кнопку **Isometric View** *Ізометричний вигляд*  на **Standard** *Стандартній* панелі інструментів.



5. Поверніться в діалог **Properties** *Свойства*, встановіть тип конуса **Right** *Праворуч* і натисніть **Apply** *Примінити*.



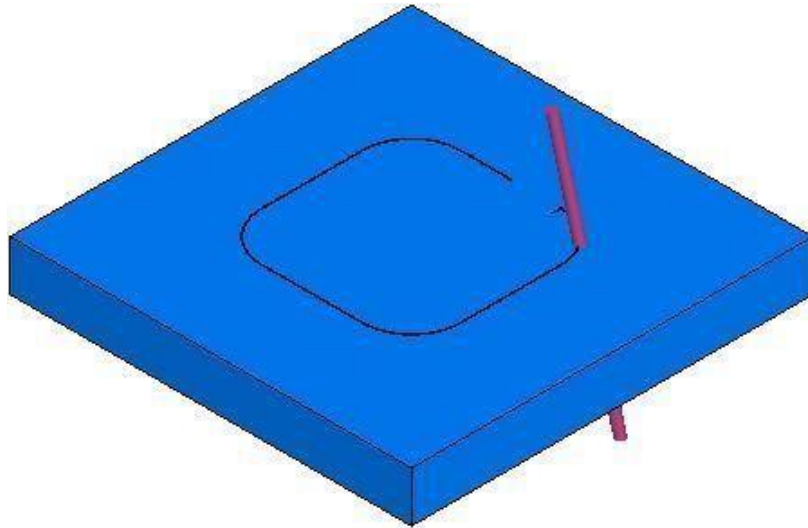
6. Змініть тип конуса знову на **Left** *Зліва* і натисніть **OK**, щоб закрити діалог **Properties** *Властивості*.


7. Оберіть шаг **Toolpaths** *Траєкторії*  на панелі **Steps** *Кроки*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 126

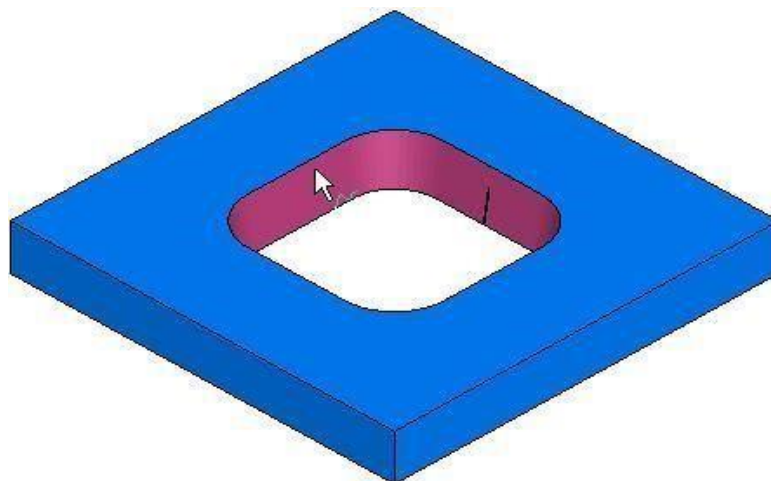
8. Натисніть на кнопку **3D Simulation** *3D імітація* , потім натисніть на кнопку **Play** *Пуск* .

Оскільки це елемент-матриця, то мається на увазі, що область всередині кривої буде видалена.





9. Натисніть на кнопку **Select** *Вибір* 
на **Standard** *стандартній панелі інструментів*

10. Клацніть по заготовці в області всередині кривої. FeatureCAM видалить цю частину заготовки.



11. Натисніть **Eject** *Скрити імітацію*

В меню **Show** *Показати*  на **Advanced** *Додатковій* панелі інструментів натисніть на кнопку **Show Stock** *Показати заготовку* .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 127

Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі FeatureCAM створити контур деталі електроерозійної обробки.

Основною метою даного завдання є вивчення різних методів створення контурів, у тому числі стандартних кривих. Вивчити особливості створення елементів ЕЕО, визначити основні відмінності при створенні елементів типу «Пуансон» та «Матриця». Вміти налаштовувати імітацію обробки деталі та генерувати код керуючої програми, а також видаляти зайві елементи після обробки.

Варіанти завдань наведено у додатку Д

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е

Вимоги до звіту про виконання практичного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Мета заняття.
2. Індивідуальне завдання
3. Розробка керуючої програми електроерозійної обробки:
вигляд та розміри заготовки;
елементи та контури для генерування керуючої програми;
операції та їх основні характеристики;
код керуючої програми;
модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

Контрольні запитання

1. Опишіть можливі варіанти створення контурів FeatureCAM.
2. Поясніть особливості створення елементів ЕЕО типу «Пуансон» та «Матриця».
3. «Матриця».
4. Визначить необхідність створення ухилів на деталі, пояснить особливості роботи команди.
5. Визначить методи відображення деталі, опишіть послідовність приховування зайвих елементів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1

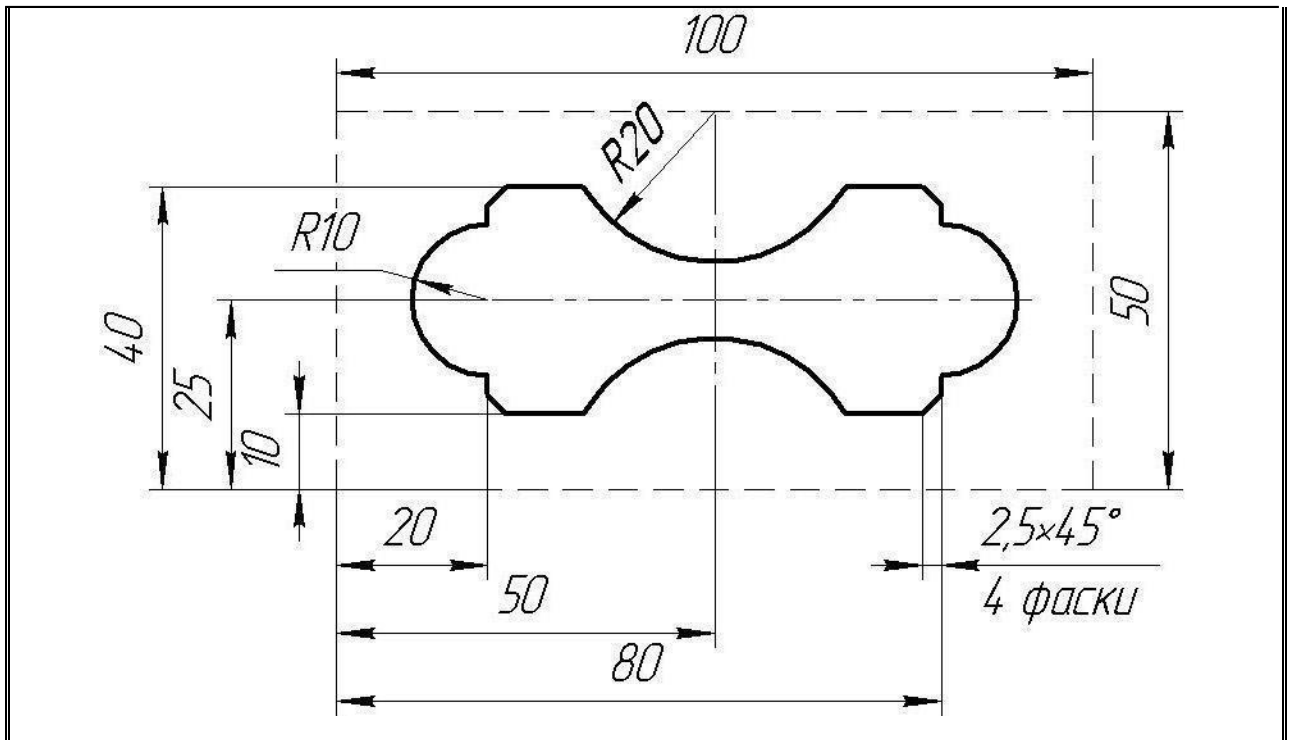
ДОДАТОК Д

Варіанти завдань до лабораторної роботи

Довжина та ширина заготовки вказані штриховою лінією, товщина є індивідуальною для кожного варіанту.

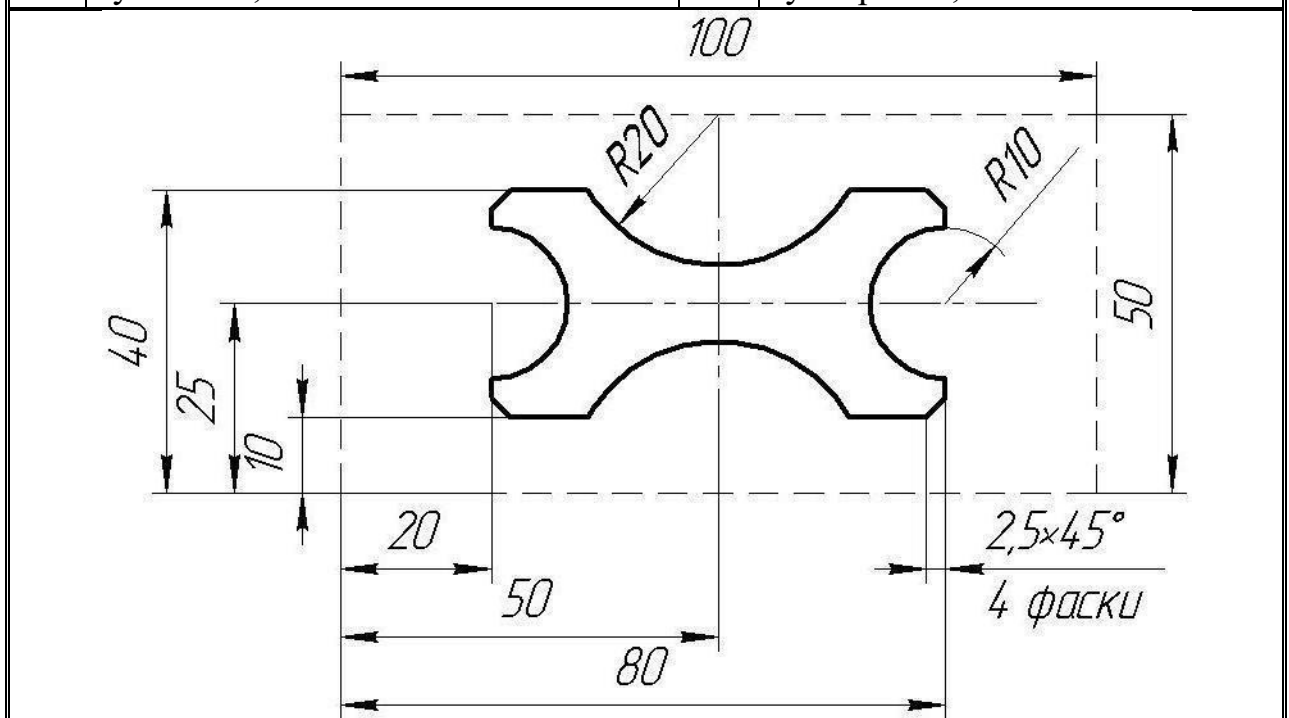
1	Створити матрицю зображеної форми. Товщина заготовки 5 мм. Кут: лівий, 5°.	2	Створити пуансон зображеної форми. Товщина заготовки 5 мм. Кут: правий, 5°.
3	Створити матрицю зображеної форми. Товщина заготовки 7 мм. Кут: лівий, 7°.	4	Створити пуансон зображеної форми. Товщина заготовки 7 мм. Кут: правий, 7°.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1



5 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: лівий, 5° .

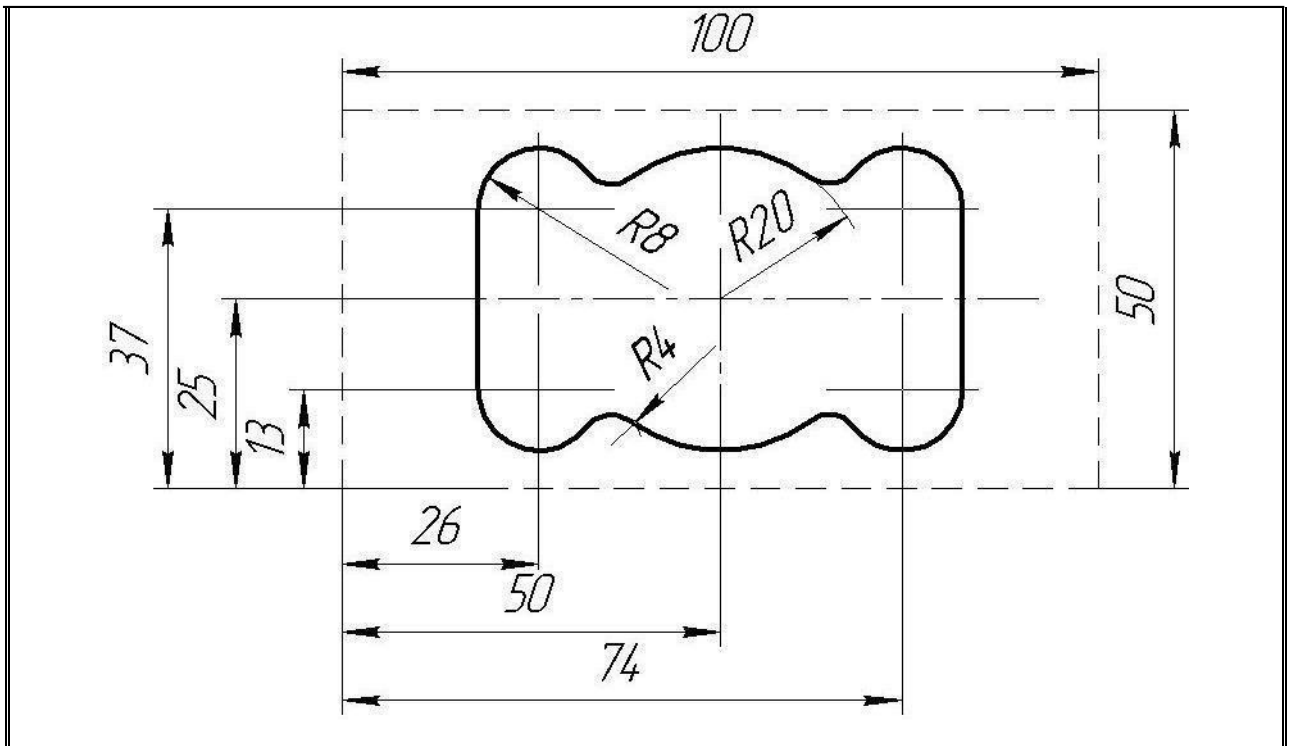
6 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: правий, 5° .



7 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: лівий, 10° .

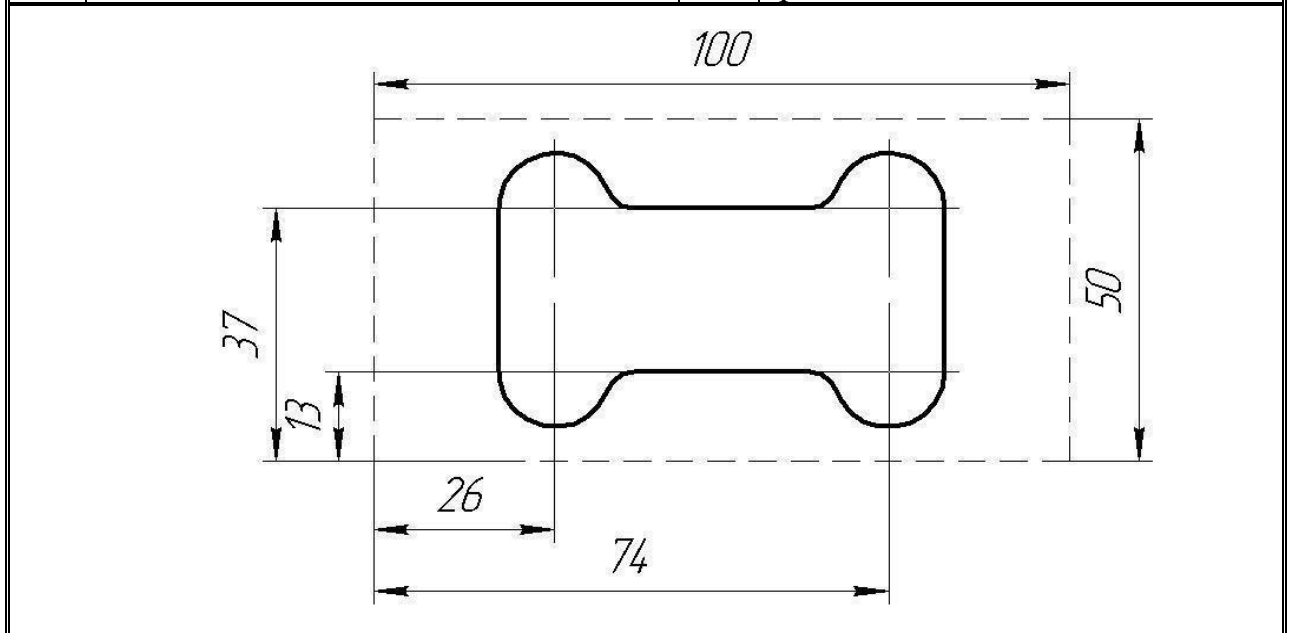
8 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: правий, 10° .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 130



9 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 5 мм. Кут: лівий, 10° .

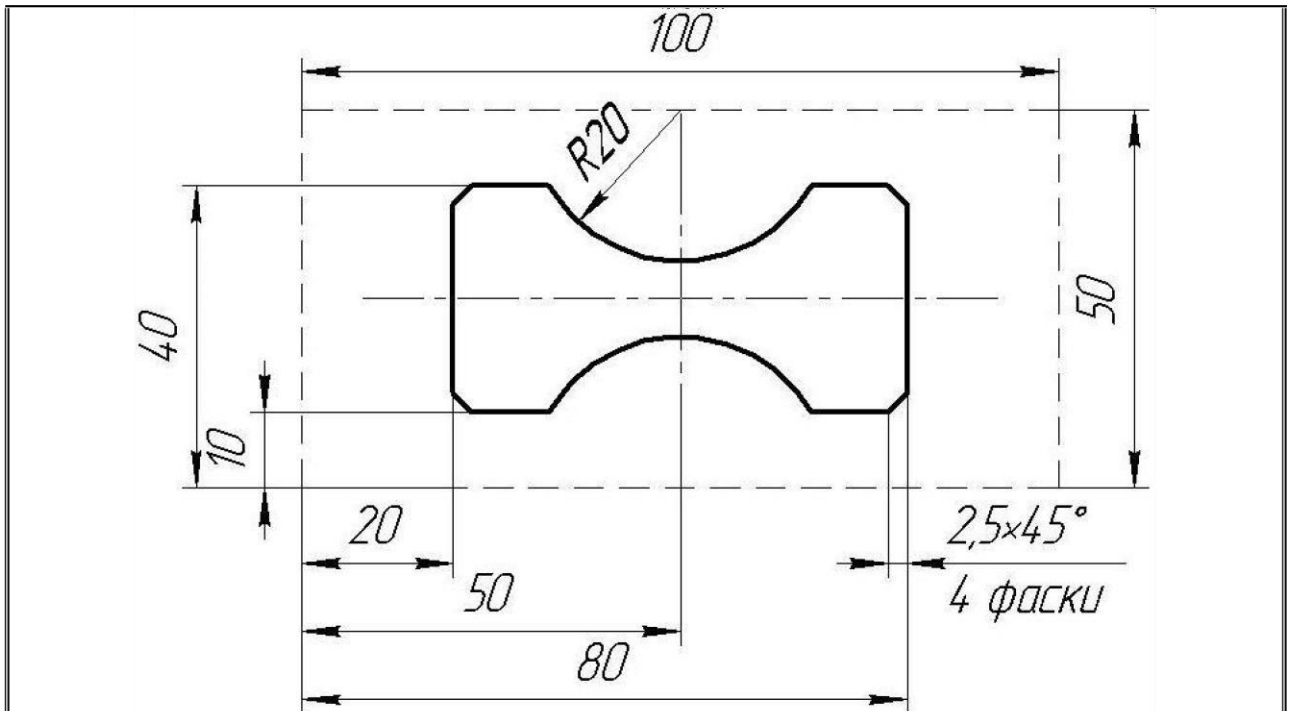
10 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 5 мм. Кут: правий, 10° .



11 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 7 мм.
Кут: лівий, 10° .

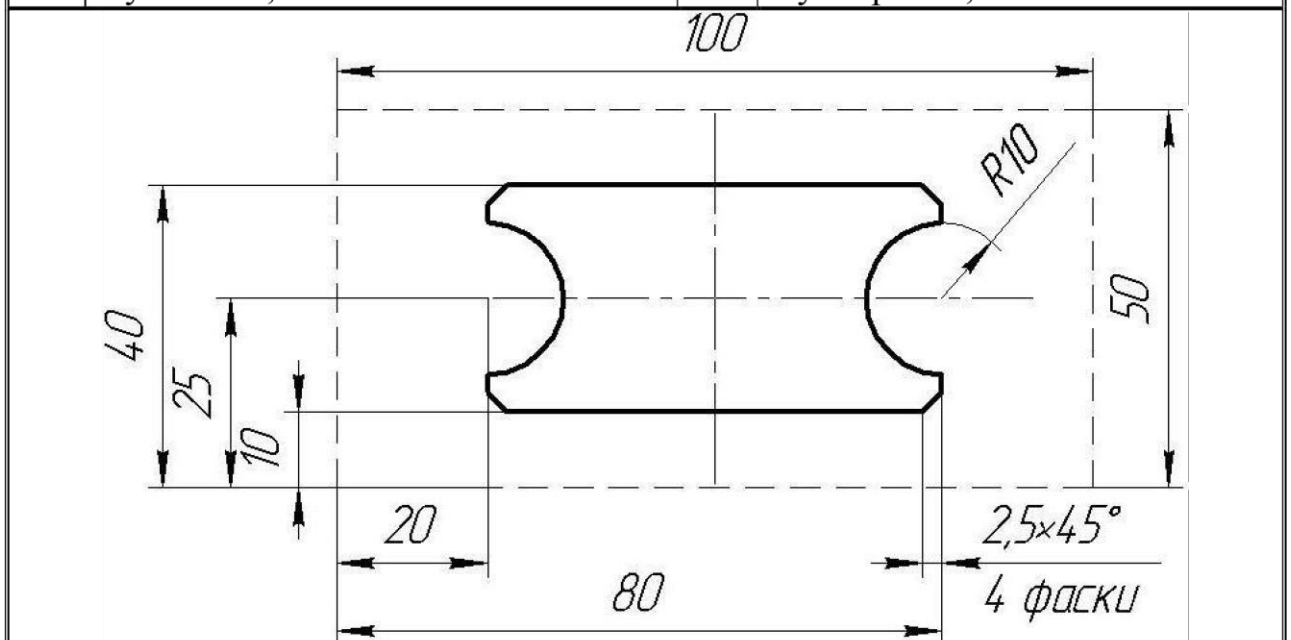
12 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 7 мм.
Кут: правий, 10° .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 131



13 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: лівий, 7° .

14 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: правий, 7° .



15 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 8 мм.
Кут: лівий, 10° .

16 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 8 мм.
Кут: правий, 10° .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК7-1-2024
	Випуск_	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 132 / 132

Рекомендована література

Основна література

1. Войтенко В.І. Навчальний посібник “Системи автоматизованого проектування технологічних процесів машинобудування (САПР ТПМ). Частина 1 (загальні положення та реалізація)”. НТУУ «КПІ», 2010. - 124 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/777>
2. Барандич К.С., Подолян О.О., Гладський М.М. Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/178b106e-773e-4d58-абес-e031cdde998a/content>
3. Конспект лекцій для самостійної підготовки з дисципліни "CAD / CAM системи" (для студентів спеціальності 151) / Упоряд.: В.Г.Макшанцев. - Краматорськ: ДДМА, 2018. - 93с. – Режим доступу: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/avp/metod/CADCAM%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86_%D0%B9.pdf
4. Підготовка керуючих програм у системі DELCAM FeatureCAM : метод. вказівки до лаб. занять з обов’язкової дисципліни «САПР верстатів та інструментів» для студентів за спец. 133 "Галузеве машинобудування" денної форми навчання / уклад. А. В. Кологойда. - Чернігів : ЧНТУ, 2018. – 143 с. – Режим доступу: <http://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/16840;jsessionid=9E49A57B7CB0521F18EA32B86D1D8D8F>

Додаткова література

1. Головня В.Д. САПР технологічних процесів : конспект лекцій / В.Д. Головня. – Житомир : Житомирська політехніка, 2019. – 200 с.
2. Automated to make parts faster. Training Course. Autodesk FeatureCAM. 2017.
3. FeatureCAM 2016 R2 Reference Help. <https://www.cnc.uk.com/wp-content/uploads/2016/04/FeatureCAM-Reference-Manual.pdf>

11. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Навчально-методичні матеріали дисципліни на освітньому порталі державного університету «Житомирська політехніка» за посиланням: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=2126>
2. SOLIDWORKS CAM. Посилання: <https://www.solidworks.com/product/solidworks-cam>
3. FeatureCAM Products. Посилання: <https://knowledge.autodesk.com/support/featurecam-products?p=FCAM&sort=score&page=1>