

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання самостійних робіт з дисципліни**

**«Автоматизовані системи технологічної підготовки  
виробництва»**

для студентів всіх форм навчання  
спеціальності

131 «Прикладна механіка»  
спеціалізації **«Технології машинобудування»**  
галузі знань «Механічна інженерія»

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. доц. Тришин П.Р., ст. викл. Кучугуров М.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 16 с.

Укладачі – Тришин П.Р., ст. викл. каф. ТМБ  
Кучугуров М.В., ст. викл. каф. ТМБ

Рецензент – Гончар Н.В. канд.техн.наук, доц. каф. ТМБ

Відповідальний за випуск – доц., к.т.н. Дядя С.І.

Затверджено на  
засіданні кафедри  
«Технології  
машинобудування»  
Протокол № 1 від  
06.08.2024р.

Рекомендовано до  
видання НМК  
машинобудівного  
факультету  
протокол № 1  
від 27.08.2024р.

**ЗМІСТ**

Вступ .....	4
1 Мета і завдання дисципліни, її місце в навчальному процесі .....	5
1.1 Мета вивчення дисципліни .....	5
1.2 Завдання вивчення дисципліни .....	5
2 Робоча програма дисципліни .....	6
2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення .....	6
2.2 Перелік практичних занять та їх тривалість .....	10
2.3 Контрольні питання .....	11
3 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни .....	13
4 Рекомендована література .....	15
4.1 Базова література .....	15
4.2 Інформаційні ресурси .....	15
4.3 Навчально-методична література .....	15

## ВСТУП

Дисципліна «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва» необхідна для освоєння студентами сучасного підходу до написання технології обробки деталей машинобудівної промисловості та створення керуючої програми для верстатів з ЧПК, застосовуючи засоби автоматизації виконання інженерних розрахунків, що забезпечує якісну підготовку фахівця-науковця спеціальністю «Технології машинобудування».

Термін, що передбачений робочим планом на аудиторні заняття з дисципліни, не дає можливості у необхідному обсязі викласти передбачений навчальний матеріал. Тому частина робочої навчальної програми дисципліни може не викладатися на аудиторних заняттях, що передбачає її самостійне вивчення. До того ж, і той матеріал, що викладається в аудиторії, теж повинен бути закріплений шляхом самостійної роботи студента.

Згідно діючого навчального плану викладання дисципліни здійснюється у 8-му семестрі загальною кількістю 150 годин (5 кредитів), в тому числі лекції – 18 годин, лабораторні заняття – 36 години, індивідуальна самостійна робота студента – 96 годин. По закінченню семестру передбачено екзамен з дисципліни.

Мета методичних рекомендацій полягає в наступному:

- ознайомити студентів з повним обсягом навчального матеріалу з дисципліни, який він повинен засвоїти, в тому числі і з тією частиною, яка повністю виноситься на самостійне вивчення;
- навести необхідну навчальну літературу по кожній тематиці дисципліни;
- надати методичні вказівки та контрольні питання для самоперевірки знань;
- ознайомити студентів з заходами контролю засвоєння навчального матеріалу в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

## **1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ІІІ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

### **1.1 Мета вивчення дисципліни**

Підготувати фахівця для проектування раціональних технологічних процесів виготовлення типових деталей, складальних одиниць машин і механізмів, з використанням прогресивного і високопродуктивного обладнання за допомогою сучасних систем автоматизованої конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. В сучасний період прикладна програма NX CAM є однією з найпотужніших систем автоматизованого проектування технологічних процесів (САПРТП). Вона дозволяє розв'язати великий спектр завдань від формування 3D моделі та креслення виробу до підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК. Жодне з крупних машинобудівних підприємств не обходиться без використання систем САПР ТП. Тому при підготовці фахівців у вищих навчальних закладах збільшують акцент щодо курсів САПР.

### **1.2 Завдання вивчення дисципліни**

Знання, які студенти отримують при вивченні цієї дисципліни використовуються як у курсовому, так і в дипломному проектуванні. Також ці знання студенти випускники зможуть використовувати для подальшої роботи на підприємствах машинобудівного профілю, де активно впроваджуються сучасні системи автоматизованої конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Після вивчення курсу студенти повинні знати тавміти:

- розробляти операції чорнкової обробки в NX CAM;
- розробляти операції 2.5 осьове фрезерування в NX CAM;
- розробляти операції виконувати обробку отворів в NX CAM;
- виконувати симуляцію роботи верстата

**Перелік дисциплін, засвоєння яких є необхідним для вивчення дисципліни:**

- вища математика;
- фізика;
- матеріалознавство;

- теоретична механіка;
- опір матеріалів;
- деталі машин;
- теорія механізмів і машин;
- комп'ютерне конструювання;
- комп'ютерне моделювання;
- теорія різання;
- різальний інструмент;
- технологічні основи машинобудування.

## **2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**

По кожній тематиці вказані години лекційні заняття. Години на самостійну роботу студента при вивченні кожної теми надані у розділі 3.

### **2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення**

#### **2.1.1 Основи роботи в модулі обробки NX CAM– 2 години**

Загальні відомості про модуль обробки NX CAM: ініціалізація обробки й завантаження геометричної моделі деталі; види шаблонів обробки; робота з навігатором операцій; завдання різального інструменту (через параметри або завантаження з бази даних); завдання геометрії деталі й заготовки; створення операцій обробки, групування операцій; параметри операцій.

#### **Методичні вказівки**

При розгляді цієї теми звернути увагу на групування операцій у вікні створення нових операцій обробки, а також загальну послідовність формування керуючої програми обробки деталей.

[1] с.6-25; [4]; [7]

#### **Питання для самоперевірки**

1. Які функції виконує модуль обробки NXCAM.
2. З чого починається робота у модулі NXCAM.
3. Перелік етапів для складання керуючих програм для верстатів з ЧПУ.
4. Що таке операція «Верификация».
5. Як згенерувати операцію в модулі NXCAM.

## **2.1.2 Чорнове фрезерування, операція CAVITY\_MILL в NX CAM – 4 години**

Операція CAVITY\_MILL: основи, рівні різання і шаблон різання, параметри різання, допоміжні переміщення (Параметри без різання), швидкості і подачі, перевірка траєкторії інструменту, верифікація (перевірка) операцій, операція CAVITY\_MILL – доробка, верифікація операцій - продовження

### **Методичні вказівки**

При розгляді цієї теми звернути увагу на різновиди операції CAVITY\_MILL, а також їх технологічні особливості використання функції врахування Заготовки в процесі обробки (ЗВПО).

[1] с.26-41; [4]; [7]

### **Питання для самоперевірки**

1. Призначення операції CAVITY\_MILL.
2. Рівні різання. Способи завдання рівнів різання.
3. Налаштування параметрів різання.
4. Налаштування додаткових переміщень інструменту.
5. Заготовка в процесі обробки. Налаштування. Використання.
6. Призначення операції REST\_MILLING.
7. Виконання чорнкової \ чистової обробки з використанням операцій CAVITY\_MILL.
8. Різновиди операцій глибинного фрезерування CAVITY\_MILL.

## **2.1.32,5 осьове фрезерування – обробка плоских граней в NX CAM – 4 години**

2.5-осьовий фрезерування - обробка плоских граней, операція обробки підлоги і стін (FLOOR\_WALL), контрольна геометрія, операція обробки дна і стінок з урахуванням ЗВПО (FLOOR\_WALL\_IPW), інші параметри операцій FLOOR\_WALL, операція обробки граней на основі кордонів (FACE\_MILL), підхід до контуру, обробка піднутрень, обробка похилих граней, операція SOLID\_PROFILE\_3D.

### **Методичні вказівки**

При розгляді цієї теми звернути увагу на особливості використання операцій FLOOR\_WALL та FACE\_MILL, а також можливість формування траєкторії обробки без твердотільної моделі деталі шляхом завдання границь обробки.

[1] с.42-61; [4]; [7]

### Питання для самоперевірки

1. Розробка 2,5 осьового фрезерування.
2. Параметри 2,5 осьового фрезерування.
3. Обробка з врахуванням припуску.
4. Використання параметру контрольна геометрія.
5. Завдання обробки з виходом на контур.
6. Виконання обробки піднутрень.
7. Обробка похилих граней.
8. Операція FLOOR\_WALL. Призначення й застосування.
9. Особливості роботи операцій FLOOR\_WALL та FACE\_MILL.
10. Операція SOLID\_PROFILE\_3D. Призначення й застосування.
11. Операція CAVITY\_MILL. Призначення й застосування.

### 2.1.42,5 осьове фрезерування – обробка по Z рівням в NX CAM– 2 години

2.5-осьове фрезерування: обробка по Z-рівням, операція ZLEVEL\_PROFILE, операція ZLEVEL\_CORNER; параметр управління нахилом, обробка похилих поверхонь; дообробка кутів деталі, завдання інструменту за посиланням.

#### Методичні вказівки

При розгляді цієї теми звернути увагу на параметри операції ZLEVEL\_PROFILE, які дозволяють розділяти пологі та похилі поверхні деталі в залежності від заданих параметрів, а також застосування різної стратегії обробки даних поверхонь.

[1] с.62-67; [4]; [7]

### Питання для самоперевірки

1. 2.5-осьове фрезерування – обробка по Z-рівням.
2. Параметри 2,5 осьового фрезерування – обробка по Z-рівням.
3. Додаткові параметри 2,5 осьового фрезерування – обробка по Z-рівням.
4. Керування рівнем нахилу поверхонь в операції ZLEVEL\_PROFILE.
5. Налаштування рівнів різання для операцій обробки в NXCAM.
6. Налаштування різання між рівнями в операції ZLEVEL\_PROFILE.
7. Виконання чистової обробки. Параметри й способи завдання якості обробленої поверхні.

### **2.1.52,5 осьове фрезерування – обробка з використанням границь – PLANAR MILL– 2 години**

2.5-осьове фрезерування: обробка по Z-рівням, операція ZLEVEL\_PROFILE, операція ZLEVEL\_CORNER; параметр управління нахилом, обробка похилих поверхонь; дообробка кутів деталі, завдання інструменту за посиланням.

#### **Методичні вказівки**

2.5-осьове фрезерування: обробка з використанням границь - PLANAR\_MILL, обробка контурів, обробка тіл на основі границь; параметри границь; способи завдання границь; редагування границь; корекція інструменту.

[1] с.74-84; [4]; [7]

#### **Питання для самоперевірки**

1. Операція PLANAR\_MILL. Призначення й застосування.
2. Різновиди операції PLANAR\_MILL. Призначення й застосування.
3. Завдання й редагування границь обробки.
4. Способи завдання границь обробки.
5. Налаштування рівнів різання в операції PLANAR\_MILL.
6. Відмінності завдання обробки й застосування операцій 2,5-фрезерування CAVITY\_MILL, FLOOR\_WALL, PLANAR\_MILL.

### **2.1.6 Обробка отворів в NX CAM – 2 години**

Обробка отворів, операція свердління, використання геометричних груп, нарізування різьблення мітчиком, свердління отворів довільної орієнтації, фрезерування отворів, різьбофрезерування.

#### **Методичні вказівки**

При розгляді цієї теми звернути увагу на різні способи завдання отворів, зокрема, способи завдання геометричних груп отворів, а також можливість інтелектуального створення технологічного процесу обробки отворів шляхом аналізу геометричної моделі деталі.

[1] с.94-105; [4]; [7]

#### **Питання для самоперевірки**

1. Розробка операції свердління отворів.
2. Свердління отворів вільної орієнтації.
3. Оптимізація траєкторії обробки групи отворів.
4. Використання геометричних груп для операцій обробки отворів.
5. Розробка операції фрезерування отворів.

6. Цикли обробки отворів. Вибір й параметризація.

7. Застосування засобів автоматичного створення технологічних процесів обробки отворів за твердотільною моделлю деталі.

### **2.1.73 осьова обробка в NX CAM, контурні операції – 2 години**

3-осьовий фрезерування: контурні операції, операції FIXED\_CONTOUR і CONTOUR\_AREA, багатопрохідний контурна обробка, 3D-корекція інструменту, виділення похилих і ненаклонному ділянок, підобласті обробки (CUT REGIONS), операція STREAMLINE (Уздовж потоку), обробка поднутрених на 3-осьовому верстаті, операції з доопрацювання кутів, інші методи управління, метод лінії / точки, метод радіальне різання, гравірування тексту.

#### **Методичні вказівки**

При розгляді цієї теми звернути увагу на різновиди контурних операцій, а також їх застосування та спосіб формування траєкторії обробки деталі.

[1] с.106-132; [4]; [7]

#### **Питання для самоперевірки**

1. Призначення контурних операцій.
2. Операція FIXED\_CONTOUR. Призначення й застосування.
3. Операція CONTOUR\_AREA. Призначення й застосування.
4. Операція STREAMLINE. Призначення й застосування.
5. Операції пошуку та доопрацювання вогнутих кутів на деталі.

### **2.1.8 Високошвидкісна обробка в NX CAM – 2 години**

Високошвидкісна обробка, трохіодальний шаблон різання, фрезерування зануренням (PLUNGE\_MILLING).

#### **Методичні вказівки**

При розгляді цієї теми звернути увагу на особливості формування траєкторії обробки деталей при використанні високошвидкісної обробки (HighSpeedMilling).

[1] с.133-139; [4]; [7]

#### **Питання для самоперевірки**

1. Застосування високошвидкісної обробки деталей.
2. Вимоги до траєкторії обробки при високошвидкісному фрезеруванні.
3. Трехіодальний шаблон різання. Призначення й застосування.

ня.

4. Операція PLUNGE\_MILLING. Призначення й застосування.

## **2.2 Перелік практичних занять та їх тривалість**

### **2.2.1 Лабораторна робота №1**

Чернава обробка з використанням операції CAVITY\_MILL – 6 годин

дин

### **2.2.2 Лабораторна робота №2**

Операції 2.5-осьового фрезерування – обробка граней – 6 годин

### **2.2.3 Лабораторна робота №3**

Операції 2.5-осьового фрезерування – обробка по Z-рівням – 2 години

дини

### **2.2.4 Лабораторна робота №4**

Обробка з використанням меж PLANAR\_MILL – 2 години

### **2.2.5 Лабораторна робота №5**

Операції обробки отворів – 4 години

## **Методичні вказівки**

При підготовці до виконання лабораторних робіт слід користуватися методичними вказівками [7], а також звернутися до відповідних розділів робочої програми.

## **2.3 Контрольні питання**

При підготовці до поточного та остаточного контролю знань студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на нижченаведені питання, які охоплюють вузлові положення дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва».

1. Які функції виконує модуль обробки NXCAM.
2. З чого починається робота у модулі NXCAM.
3. Перелік етапів для складання керуючих програм для верстатів з ЧПУ.
4. Що таке операція «Верифікація».
5. Як згенерувати операцію в модулі NXCAM.
6. Призначення операції CAVITY\_MILL.
7. Рівні різання. Способи завдання рівнів різання.
8. Налаштування параметрів різання.

9. Налаштування додаткових переміщень інструменту.
10. Заготовка в процесі обробки. Налаштування. Використання.
11. Призначення операції REST\_MILLING.
12. Виконання чорнової \ чистової обробки з використанням операції CAVITY\_MILL.
13. Різновиди операцій глибинного фрезерування CAVITY\_MILL.
14. Розробка 2,5 осьового фрезерування.
15. Параметри 2,5 осьового фрезерування.
16. Обробка з врахуванням припуску.
17. Використання параметру контрольна геометрія.
18. Завдання обробки з виходом на контур.
19. Виконання обробки піднутрень.
20. Обробка похилих граней.
21. Операція FLOOR\_WALL. Призначення й застосування.
22. Особливості роботи операцій FLOOR\_WALL та FACE\_MILL.
23. Операція SOLID\_PROFILE\_3D. Призначення й застосування.
24. 2.5-осьове фрезерування – обробка по Z-рівням.
25. Параметри 2,5 осьового фрезерування – обробка по Z-рівням.
26. Додаткові параметри 2,5 осьового фрезерування – обробка по Z-рівням.
27. Керування рівнем нахилу поверхонь в операції ZLEVEL\_PROFILE.
28. Налаштування рівнів різання для операцій обробки в NXCAM.
29. Налаштування різання між рівнями в операції ZLEVEL\_PROFILE.
30. Виконання чистової обробки. Параметри й способи завдання якості обробленої поверхні.
31. Операція PLANAR\_MILL. Призначення й застосування.
32. Різновиди операції PLANAR\_MILL. Призначення й застосування.
33. Завдання й редагування границь обробки.
34. Способи завдання границь обробки.
35. Налаштування рівнів різання в операції PLANAR\_MILL.
36. Відмінності завдання обробки й застосування операцій 2,5-фрезерування CAVITY\_MILL, FLOOR\_WALL, PLANAR\_MILL.
37. Розробка операції свердління отворів.
38. Свердління отворів вільної орієнтації.
39. Оптимізація траєкторії обробки групи отворів.

40. Використання геометричних груп для операцій обробки отворів.
41. Розробка операції фрезерування отворів.
42. Цикли обробки отворів. Вибір й параметризація.
43. Застосування засобів автоматичного створення технологічних процесів обробки отворів за твердотільною моделлю деталі.
44. Призначення контурних операцій.
45. Операція FIXED\_CONTOUR. Призначення й застосування.
46. Операція CONTOUR\_AREA. Призначення й застосування.
47. Операція STREAMLINE. Призначення й застосування.
48. Операції пошуку та доопрацювання вогнутих кутів на деталі.
49. Застосування високошвидкісної обробки деталей.
50. Вимоги до траєкторії обробки при високошвидкісному фрезеруванні.
51. Трохоїдальний шаблон різання. Призначення й застосування.
52. Операція PLUNGE\_MILLING. Призначення й застосування.

### **3 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ**

На підставі робочої програми дисципліни та вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни.

Контрольні заходи з дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва» передбачають наступні кваліфікаційні завдання.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- опитування з кожної теми лекційного курсу;
- виконання та захистів звітів лабораторних робіт;
- першого рубіжного контролю;
- екзамену в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- виконання та захисту звітів лабораторних робіт;
- захисту контрольної роботи;
- екзамену в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

Склад, обсяг і терміни виконання змістових модулів, на які підрозділяється робоча програма дисципліни, надані у таблиці 3.1.

Для закріплення поточних знань на протязі семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує попередню оцінку. Слід зазначити всі заходи, що плануються, повинні бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання.

Таблиця 3.1- Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма						Заочна форма						
	усьо го	у тому числі					усь ого	у тому числі					
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Модуль 1</b>													
<b>Змістовий модуль 1. Основи фрезерної обробки в NX CAM</b>													
Тема 1. Основи роботи в модулі обробки NXCAM	12	2	-	-	-	10	14,5	0,5	-	-	-	-	14
Тема 2. Чорнове фрезерування, операція CAVITY_MILL в NX CAM	24	6	-	8	-	14	23	1	-	2	-	-	20
Тема 3. 2,5 осьове фрезерування – обробка плоских граней в NX CAM	26	4	-	8	-	14	23	1	-	2	-	-	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 4. 2,5 осьове фрезерування – обробка по Z рівням в NX CAM	22	2	-	8	-	14	23	1	-	2	-	20
Тема 5. 2,5 осьове фрезерування – обробка з використанням границь – PLANAR MILL	22	2	-	6	-	14	20	-	-	-	-	20
Разом за змістовим модулем 1	106	12	-	30	-	66	103,5	3,5	-	6	-	94
<b>Змістовий модуль 2.</b> Додаткові технологічні та нестандартні можливості обробки деталей в NX CAM												
Тема 6. Обробка отворів в NX CAM	24	2	-	6	-	14	20,5	0,5	-	2	-	18
Тема 7. 3 осьова обробка в NX CAM, контурні операції	10	2	-	-	-	8	14	-	-	2	-	12
Тема 8. Високошвидкісна обробка в NX CAM	10	2	-	-	-	8	12	-	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 2	44	6	-	6	-	30	4,5	0,5	-	4	-	42
<b>Усього годин</b>	150	18	-	36	-	96	150	4	-	10	-	136

Студент, який одержав за результатами модульного контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни, отримує позитивну оцінку.

#### 4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається частковий перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані, не обмежуються тільки цим переліком.

#### 4.1 Базова література

1. NX 2021 For Beginners. – Independently published, 2021. – p. 460.
2. Siemens NX 2021 for Designers. – CAD/CIM Technologies, USA, 2021. – p. 948.
3. Siemens NX 2019 for Novices (Continuous Release) Learn By Doing. – CADSoft Technologies. – 2019. – p. 245.

#### 4.2 Інформаційні ресурси

4. [https://www.youtube.com/results?search\\_query=обработка+в+NX+CAM](https://www.youtube.com/results?search_query=обработка+в+NX+CAM)
5. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/our-story/partners/academic/>

#### 4.3 Навчально-методична література

6. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. доц. Тришин П.Р., ст. викл. Кучугуров М.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 67 с.

7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва» для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. доц. Тришин П.Р., ст. викл. Кучугуров М.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 76 с.

#### 4.4 Додаткова література

8. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/> - керівництво користувача NX/CAM
9. Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Авто-

матизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерноінтегровані системи та технології в приладобудуванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; автори: К.С. Барандич, О.О. Подолян, М.М. Гладський. – Електронні текстові дані (1 файл 3,05 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с.