

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Технологія машинобудування
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан машинобудівного факультету

Василь ГЛУШКО

«26» серпня 2025 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 8 CAD/CAM/CAE ВІД КОНЦЕПЦІЇ ДО ВИРОБУ

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність G9 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти Магістерський
(назва ступеня вищої освіти)

програма з дисципліни ОК 8 CAD/CAM/CAE ВІД КОНЦЕПЦІЇ ДО ВИРОБУ
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності G9 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): доцент кафедри «Технологія машинобудування» Вишнепольський Євген Валерійович
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

Завідувач кафедри
на якій виконується освітній компонент


Сергій ДЯДЯ
05.05. 2025

Гарант освітньої програми


Павло ТРИШИН
(і'мя прізвище)
05.05 2025

Схвалено науково-методичною комісією машинобудівного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «26» 08. 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії


Василь ГЛУШКО
(і'мя прізвище)
26.08. 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Ступінь вищої освіти	Магістр
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	4,5	
Модулів	1	1
Змістових модулів	3	3
Семестр	2	2
Загальна кількість годин	90	
з них аудиторних:	28	6
лекції	14	4
практичні	14	2
лабораторні	-	-
семінарські	-	-
з них самостійної роботи:	62	84
Занять на тиждень на тиждень	1,5	6
Індивідуальні завдання		
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	45	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є надання студентам цілісних знань про новітні системи автоматизованого проєктування технологічних процесів, розрахованих на проєктування технологічних операцій прогресивних та ресурсоефективних методів обробки, що є основою сталого розвитку сучасного виробництва.

3. Завдання вивчення дисципліни

Завданням вивчення дисципліни є забезпечення системного розуміння CAD/CAM/CAE-проєктування та інтеграцію цих систем у машинобудування з акцентом на практичну реалізацію технологічних процесів від концепції до виробу, сприяти опануванню NX CAM та суміжних інструментів через лабораторні заняття та курсові роботи, інтеграцію знань у міждисциплінарні контексти (креслення, матеріалознавство, економіка виробництва), розвиток умінь планувати, симулювати та оптимізувати технологічні операції, забезпечити створення повних конструкторсько-технологічних пакетів для курсових та дипломних робіт та підготувати випускників до роботи на підприємствах з активним впровадженням систем автоматизованої підготовки виробництва.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити: Основи машиностроїльного креслення та матеріалознавства, базові знання теоретичної механіки і математичного моделювання, а також навички роботи з CAD-системами на мінімальному рівні; вміння читати технічні карти та креслення, розуміння основ технологічних процесів і матеріалознавчих властивостей матеріалів. Додатково бажано мати базові уявлення про кібернетику або цифрову інтеграцію виробництва, щоб забезпечити плавний перехід до використання CAD/CAM/CAE-систем у контексті реальних виробничих кейсів. Також бажано мати певний досвід роботи в командних проєктах та розуміння основ якості та управління виробництвом.

Постреквезити; Одночасне освоєння лабораторних робіт з NX CAM або еквівалентних систем CAD/CAM/CAE в рамках навчального процесу; курсовий проєкт або лабораторна робота з теми проєктування та планування виробництва; використання інформаційно-комунікаційних технологій для ведення документації, обміну файлами та зберігання даних; основи економіки виробництва та управління проєктами для оцінки економічної ефективності технологічних рішень. Також бажано мати готовність до інтеграції знань в міждисциплінарні контексти, зокрема креслення, матеріалознавство та технічна економіка, щоб забезпечити якісне виконання курсових і дипломних робіт та успішний перехід випускників на підприємства з активним використанням систем автоматизованої підготовки виробництва.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності: ЗК 1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно - технічні та науково-прикладні проблеми. ЗК 2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології. ЗК 3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 9. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні компетентності: СК 1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог. СК 7. Здатність використовувати системи автоматизованого проектування при розробці технологічних процесів виготовлення деталей на верстатах з ЧПУ. СК 8. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

Очікувані програмні результати навчання: ПРН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань. ПРН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення. ПРН3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Розробка операцій токарної обробки та вимірювального переходу

Тема 1. Розробка токарно-фрезерної операції в NXCAM Основні відомості про САПР. Програмування обробки на токарно-фрезерних обробляючих центрах з ЧПК.

Лекції - (2 год.)

Література – [1 - 3]

Тема 2. Створення операції технічного контролю в NXCAM Вимірювальні операції (PROBING), вимірювання точки, використання результатів вимірювання, вимірювання циліндру.

Лекції - (2 год.)

Література – [1 - 3]

Тема 3 Симуляція роботи верстата Симуляція роботи верстата, підключення моделі верстату, використання прикладів з стандартної поставки, симуляція зовнішнього файлу, навігатор верстату, репроцесор.

Лекції - (2 год.)

Література – [1 - 3]

Змістовий модуль 2. Використання NXCAM для розробки операцій багато вісьової обробки

Тема 4 Перенос заготовки та 5-осьова позиційна обробка Перенос заготовки та 5-осьова позиційна обробка, підтримка позиційної обробки в операціях, перенос заготовки, головна та локальна система координат, підтримка позиційної обробки в операціях.

Лекції – 2 год

Література - [1-3]

Тема 5 Розробка технологічної операції 5-осьової безперервної обробки в NXCAM 5-осьова безперервна обробка, керуюча поверхня, орієнтація інструменту, обробка лопатки, зовнішні керуючі поверхні, обробка гвинту, операція 5-осьова вздовж потоку – VARIABLE_STREAMLINE , обробка лопатки, керування подачею та перемінний кут.

Лекції – 2 год

Література - [1-3]

Тема 6 Розробка технологічної операції 5-осьової безперервної обробки в NXCAM (продовження) Операція Профіль по контуру – CONTOUR_PROFILE , Операція Контурна зі змінною ВІ – Інтерполяція вектору, Операція 5-осьова по Z-рівням – ZLEVEL_5AXIS, Операція Обробка циліндру -ROTARY_FLOOR, Функція відхилення вісі інструменту для перетворення операцій

Лекції – 2 год

Література - [1-3]

Змістовий модуль 3. Розробка спеціальних технологічних операцій

Тема 7 Операції обробки моноколiс Завдання геометрії, чорнова обробка моноколiса (Multiblade Roughing), чистова обробка лопатки (Blade Finishing), чистова обробка маточини (Hub Finishing), чистова обробка округлення (Blend Finishing).

Лекції – 2 год

Література - [1-3]

2. Орієнтовний розподіл навчального часу

Змістові модулі (теми)	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Розробка операцій токарної обробки та вимірювального переходу.												
Тема 1 Розробка токарно-фрезерної операції в NXCAM	16	2	4			10	12	2				10
Тема 2 Створення операції технічного контролю в NXCAM	14	2	2			10	10					10
Тема 3 Симуляція роботи верстата	6	2	2			2	10					10
Разом за змістовим модулем 1	36	6	8			22	32	2				30
Змістовий модуль 2. Використання NXCAM для розробки операцій багато вісьової обробки												
Тема 4 Перенос заготовки та 5-осьова позиційна обробка	14	2	2			10	10					10
Тема 5 Розробка технологічної операції 5-осьової безперервної обробки в NXCAM	12	2				10	19	2	2			15
Тема 6 Розробка технологічної операції 5-осьової безперервної обробки в NXCAM (продовження)	14	2	2			10	15					15
Разом за змістовим модулем 2	40	6	4			30	44	2	2			40
Змістовий модуль 3. Розробка спеціальних технологічних операцій												
Тема 7 Операції обробки моноколів	14	2	2			10	14					14
Разом за змістовим модулем 3	14	2	2			10	14					14
Термін проведення іспиту – 14-й тиждень семестру												
Усього годин	90	14	14			62	90	4	2			84

3. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Практична робота №1 Розробка токарно-фрезерної операції в NXCAM	<i>Практичні</i>	Ця робота присвячена освоєнню модуля NXCAM для програмування токарно-фрезерних операцій. Студенти навчаються створювати керуючі програми для комбінованої обробки деталей та генерувати G-код.
2	Практична робота №2 Створення операції технічного контролю в NXCAM		Ця робота спрямована на вивчення можливостей NXCAM для створення операцій технічного контролю якості оброблених деталей. Студенти освоюють програмування вимірювальних циклів та налаштування контрольно-вимірювальних операцій безпосередньо на верстаті.
3	Практична робота №3 Симуляція роботи верстата		Ця робота присвячена освоєнню інструментів симуляції роботи верстата для перевірки створених керуючих програм. Студенти навчаються виявляти потенційні колізії, оптимізувати траєкторії руху інструменту та аналізувати час обробки.
4	Практична робота №4 Перенесення заготовки та 5-осьова позиційна обробка		Ця робота спрямована на вивчення програмування операцій перенесення заготовки між позиціями та створення 5-осьових позиційних обробок. Студенти освоюють налаштування систем координат, програмування поворотних осей та оптимізацію позиціонування для доступу до складних поверхонь.
5	Практична робота №5 Розробка технологічної операції 5 - осьової безперервної обробки в NXCAM		Ця робота присвячена освоєнню створення складних 5-осьових безперервних операцій обробки з одночасним рухом всіх координат верстата. Студенти навчаються програмувати безперервні траєкторії інструменту для обробки складних криволінійних поверхонь та оптимізувати кінематику багатоосьового руху.
6	Практична робота №6 Розробка технологічної операції 5 - осьової безперервної обробки в NXCAM(продовження)		Ця робота є продовженням попередньої і зосереджена на поглибленому вивченні складних стратегій 5-осьової безперервної обробки та їх оптимізації. Студенти освоюють розширені методи контролю орієнтації інструменту, усунення сингулярностей та програмування адаптивних подач для підвищення якості поверхні.
1	Тема 1 Оптимізація режимів різання та вибір інструменту для токарно-фрезерної обробки	<i>Самостійні роботи</i>	Дана робота присвячена дослідженню методів оптимізації технологічних параметрів (швидкість різання, подача, глибина різання) та критеріїв вибору ріжучого інструменту для токарно-фрезерної обробки. Розглядаються практичні рекомендації щодо підбору оптимальних режимів з урахуванням властивостей матеріалу та вимог до якості поверхні деталей.

2	Тема 2 Програмування координатно-вимірювальних машин через NXCAM	Дана робота розглядає особливості створення програм для координатно-вимірювальних машин з використанням модуля NXCAM, включаючи налаштування траєкторій руху щупа та параметрів вимірювання. Висвітлюються практичні аспекти програмування процесів контролю геометричних розмірів та форми деталей для забезпечення точності вимірювань та автоматизації процесу контролю якості.
3	Тема 3 Виявлення та усунення колізій в процесі симуляції обробки	Дана робота присвячена методам виявлення потенційних зіткнень між інструментом, оброблюваною деталлю та елементами верстата під час віртуальної симуляції процесу обробки. Розглядаються практичні підходи до попередження та усунення колізій шляхом коригування траєкторій руху інструменту та оптимізації програми обробки для забезпечення безпечної роботи устаткування.
4	Тема 4 Стратегії закріплення заготовок для багатоосьової обробки	Дана робота розглядає методи та принципи вибору оптимальних схем базування та закріплення заготовок на багатоосьових верстатах з ЧПК для забезпечення стабільності та точності обробки. Висвітлюються практичні рекомендації щодо використання різних типів пристосувань, розрахунку сил затиску та мінімізації деформацій заготовки в процесі багатоосьової механічної обробки.
5	Тема 5 Аналіз кінематики та оптимізація нахилів інструменту	Дана робота присвячена дослідженню кінематичних особливостей руху інструменту на багатоосьових верстатах та методів оптимізації кутів нахилу для підвищення ефективності обробки. Розглядаються практичні підходи до вибору оптимальних кутових положень інструменту з урахуванням геометрії деталі, доступності зон обробки та мінімізації часу циклу при збереженні якості поверхні.
6	Тема 6 Постпроцесорна обробка та адаптація G-коду для верстатів з ЧПК та промислових роботів	Дана робота розглядає процес налаштування та модифікації постпроцесорів для перетворення універсального G-коду у формат, сумісний з конкретною моделлю верстата з ЧПК чи промислового роботу. Висвітлюються практичні аспекти адаптації програм обробки під специфічні команди системи керування, структуру кадрів та функціональні можливості конкретного технологічного обладнання.
7	Тема 7 Контроль якості та балансування моноколіс після обробки	Дана робота присвячена методам контролю геометричних параметрів та процедурам статичного і динамічного балансування моноколіс після механічної обробки для забезпечення експлуатаційних характеристик. Розглядаються практичні підходи до вимірювання точності фо-

			рми, визначення дисбалансу та технології корекційного балансування для досягнення необхідних показників якості готових виробів.
--	--	--	---

4. Форми та методи контролю

Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, графічний, програмований контроль, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточне тестування та самостійна робота													Оцінка
МОДУЛЬ 1													
Змістовий модуль 1.1					Змістовий модуль 1.2						Змістовий модуль 1.3		
T1		T2	T3		T4		T5		T6		T7		
T3	ПР1	T3	T3	ПР2	T3	ПР4	T3	ПР5	T3	ПР6	T3	ПР7	
5	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	10	10	зараховано

T1, T2 ... T7 – теми лекційних занять.

T3 – тестове завдання відповідно до лекційного заняття

ПР – практична робота

Оцінювання при виконанні курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 30	до 40	до 30	100

6. Політика курсу

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

При вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька політехніка» <https://zp.edu.ua/uploads/deptnm/NakazN253vid29.06.21.pdf>

7. Методичне забезпечення

Навчально-методичні розробки:

1. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу “CAD/CAM/CAE від концепції до виробу”, для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» спеціалізація «Технології машинобудування»/ Скл.: Вишнепольський Є.В. – Запоріжжя: – НУЗП, 2025. – 80 с.

Літературні джерела:

1. Smid P. CNC control setup for milling and turning: mastering CNC control systems. – Industrial Press Inc., 2010.
2. Hodges B. CNC part programming workbook. – Macmillan, 1994.
3. Leu, Ming & Tao, Wenjin & Armani, Amir & Kolan, Krishna. (2017). NX 12 for Engineering Design.
4. Koh J. Siemens NX 10 Nastran: Tutorials for Beginners and Advanced Users. – onsia, 2017. Koh J. Siemens NX 10 Nastran: Tutorials for Beginners and Advanced Users. – onsia, 2017.
5. Tickoo S. Siemens NX 2021 for Designers. – CAD/CIM Technologies, 2021.