

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Металорізальні верстати та інструменти
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

МФ
 Декан

Василь ГЛУШКО



« 10 » грудня 2025 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програмна обробка в САМ системах

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи (G11.01 Верстати та інструменти)

(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)

(код і найменування спеціальності)

галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти Бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

програма з дисципліни Програмна обробка в САМ системах
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи (G11.01 Верстати та інструменти).
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): Танченко С.В., старш. викладач каф. МВ та І
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Фролов М.В., доц. к.т.н., зав. каф. МВ та І.

Програма погоджена:

Завідувач кафедри

на якій виконується освітній компонент



Михайло ФРОЛОВ

до 10 грудня 2025

Гарант освітньої програми
(Металорізальні верстати та системи)



Василь СОЛОХА

(і'мя прізвище)

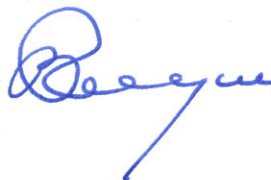
до 10 грудня 2025

Схвалено науково-методичною комісією Машинобудівний факультету
(найменування факультету)

Протокол від «09» грудня 2025 року № 4

Голова науково-методичної комісії

10.12. 2025



Василь ГЛУШКО

(і'мя прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G11 Машинобудування
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни			
	денна форма навчання		заочна форма навчання	
Кількість кредитів	11,5			
Модулів	3		-	
Змістових модулів	3		-	
Семестр	7	8	7	8
Загальна кількість годин	240	105	240	105
з них аудиторних:	80	40	20	12
<i>лекції</i>	32	20	8	6
<i>практичні</i>	16	-	4	-
<i>лабораторні</i>	32	20	8	6
<i>семінарські</i>	-	-	-	-
з них самостійної роботи:	160	65	220	93
Занять на тиждень	3	3	-	-
Індивідуальні завдання				
Форма контролю	екзамен	залік	екзамен	залік
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-			

2. Мета навчальної дисципліни

Надати студентам систематизовані теоретичні знання та практичні навички створення керуючих програм для обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК) з використанням CAD/CAM-систем, аналізу та оптимізації технологічних маршрутів обробки, а також забезпечити здатність самостійно генерувати, симулювати й валідувати траєкторії інструмента (G-/M-коди) для різних типів верстатів.

3. Завдання вивчення дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні отримати теоретичні знання та практичні навички з наступних напрямків:

- читати та складати програми на G- та M-кодах для типових операцій токарної і фрезерної обробки;
- навички побудови траєкторій інструмента у САМ-середовищі (створення заготовки, вибір інструментів, параметрів різання, стратегії обробки);
- проводити симуляцію та перевірку програм у САМ та симуляторах;
- вибір методів оптимізації обробки: вибір стратегії, мінімізація часу циклу, підвищення якості поверхні та ресурсозбереження інструменту;
- підготовка обладнання для проведення обробки за створеною програмою обробки.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити: Технологічні основи машинобудування, ВС та ТВ, Теорія різання, CAD в проектуванні верстатів та інструментів, Управління якістю.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

Фахові компетентності:

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК12. Здатність володіти базовими знаннями та практичними навичками з вибору та застосування сучасних програмних засобів, включаючи CAD/CAM системи, для моделювання та/або проектування виробів галузевого

машинобудування, інструментів, металообробного обладнання та/або його елементів; створення керуючих програм верстатів з ЧПК.

ФК13. Здатність вибирати і обґрунтовувати металообробне обладнання та інструмент для виконання технологічних задач виробництва.

Очікувані програмні результати навчання:

ПРН3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

ПРН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

ПРН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

ПРН16. Знати і вміти підбирати та використовувати CAD/CAM системи та інші програмні засоби для вирішення практичних задач відповідно до поставленого завдання по моделюванню, технологічному та інструментальному забезпеченню виробничого процесу, створенню керуючих програм для верстатів з ЧПК.

1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Тема 1. Структура комплексу ЧПК.

Загальні відомості про склад і взаємодія апаратних та програмних компонентів системи числового програмного керування. Класифікація систем ЧПК, основні функції СЧПК, призначення та структура пристрою числового програмного керування, типи приводів і способи підготовки та введення керуючих програм.

Тема 2. Системи координат верстата. Напрями руху виконавчих органів верстатів з ЧПК.

Призначення і види координатних систем верстата та заготовки, орієнтація координатних осей відповідно до міжнародних стандартів. Правила визначення додатних напрямів руху виконавчих органів, узгодження координатних систем верстата і заготовки та їх вплив на програмування обробки.

Тема 3. Програмування обробки на верстатах з ЧПК. Основи програмування в G- та M- кодах.

Принципи побудови керуючих програм і їх структура. Основи програмування в G- та M-кодах, призначення основних команд для задання рухів, режимів обробки, допоміжних функцій і керування технологічним процесом.

Змістовий модуль 2

Тема 4. Основи ефективного програмування. Параметричне програмування

Принципи оптимізації керуючих програм з метою підвищення продуктивності, точності та надійності обробки. Використання змінних, параметрів, циклів і умовних переходів для створення універсальних та

багаторазово використовуваних програм.

Тема 5. Управління верстатом з ЧПК. Особливості організації підготовки керуючих програм для верстатів ЧПК

Режими роботи верстата, функції пульта керування та взаємодія оператора з системою ЧПК під час налагодження й обробки. Особливості організації підготовки керуючих програм, перевірка, коригування та введення програм у систему керування верстата.

Тема 6. Основи роботи в САМ системах на прикладів системи PowerMILL

Призначення та можливості САМ-систем у підготовці керуючих програм для верстатів з ЧПК. Основні етапи роботи в системі PowerMILL: імпорт 3D-моделі, вибір інструментів і стратегій обробки, генерація та перевірка траєкторій.

Змістовий модуль 3

Тема 7. Створення та редагування установів при розробці керуючої програми в САМ системі

Призначення установу як елемента технологічної структури керуючої програми, вибір системи координат заготовки, способу базування та орієнтації деталі. Налаштування й редагування параметрів установу, зокрема нульових точок, безпечних площин і послідовності обробки при підготовці керуючої програми.

Тема 8. Модель доробки

Поняття моделі доробки як геометричної моделі заготовки з урахуванням результатів попередніх операцій обробки. Використання моделі доробки в САМ-системі для коректного розрахунку траєкторій інструмента, уникнення повторної обробки та підвищення ефективності програмування.

Тема 9. Основи багатокоординатної обробки

Принципи обробки деталей із використанням декількох одночасного керованих координатних осей на верстатах з ЧПК. Можливості багатокоординатної обробки для виготовлення складних просторових поверхонь, підвищення точності, скорочення кількості установів і часу обробки.

2. Визнання результатів навчання, отриманих в неформальній та/або інформальній освіті

За даною дисципліною допускається визнання результатів навчання отриманих через неформальну освіту. Для чого пропонується проходження онлайн курсу який призначено для надання базових знань, необхідних для початку роботи в якості оператора верстата з ЧПК .

Онлайн курс можна пройти за посиланням <https://learn.haascnc.com> , де після реєстрації відкриється доступ до серії відео матеріалів з вивчення теоретичного матеріалу та практичних прикладів. Після перегляду кожного відео необхідно пройти тест за відповідною темою. Як зазначено на сайті, тест вважається складеним при вірній відповіді на всі запитання. Кількість спроб не обмежена. Мова викладання – англійська.

Для отримання оцінки за модулями необхідно пройти наступні навчальні курси та скласти тести:

- 1-й модуль - «Haas basic mill operator»;
- 2-й модуль - «Haas basic lathe operator».

За результатом проходження тесту на сторінці курсу автоматично формується звіт. В звіті зазначено чи складено тест по темі і кількість використаних спроб. Кількість спроб необмежена, зараховується тільки успішно складений тест.

Визнання результатів здійснюється в наступній послідовності:

- подання особою заяви щодо визнання результатів разом зі сформованим звітом;
 - ідентифікація результатів неформального навчання, які підлягають визнанню Університетом;
 - оцінювання задекларованих результатів навчання особи;
 - ухвалення рішення про визнання та зарахування відповідних освітніх компонентів (складових освітніх компонентів) освітньої програми або відмову у визнанні.
- Дисципліна може бути зарахована повністю при успішному складанні всіх тестів за обома напрямками не більше ніж за 3 спроби.

3. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі			с.р.	усього	у тому числі			с.р.	усього		
		лк	пр	лаб			інд	лк	пр			лаб	інд
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Змістовний модуль 1													
Тема 1. Структура комплексу ЧПК.	27	2				25							
Тема 2. Системи координат верстата. Напрями руху виконавчих органів верстатів з ЧПК.	37	4		8		25							
Тема 3. Програмування обробки на верстатах з ЧПК. Основи програмування в G- та M- кодах.	56	10	8	8		30							
Разом за змістовим модулем 1	120	16	8	16		80	4	2	4				110
Змістовний модуль 2													
Тема 4. Основи ефективного програмування. Параметричне програмування	37	4		8		25							
Тема 5. Управління верстатом з ЧПК. Особливості організації підготовки керуючих програм для верстатів ЧПК	37	4	8			25							
Тема 6. Основи роботи в САМ системах на прикладів системи PowerMILL	46	8		8		30							
Разом за змістовим модулем 2	120	16	8	16		80	4	2	4				110
Змістовний модуль 3													
Тема 7. Створення та редагування установів при розробці керуючої програми в САМ системі	38	8		10		20							
Тема 8. Модель доробки	34	4		10		20							
Тема 9. Основи багатокординатної обробки	33	8				25							
Разом за змістовим модулем 3	105	20		20		65	6		6				93
Усього годин	345	32	16	52		225	10	4	14				313

4. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
7 семестр			
1	Системи координат фрезерних та токарних верстатів з ЧПК. Абсолютна та відносна системи відліку.	<i>лабораторна</i>	Призначення системи координат в залежності від виду обробки. Визначення координат в абсолютних та відносних системах відліку та їх порівняння.
2	Складання керуючої програми для обробки деталі з використанням G- та M- кодів.	<i>лабораторна</i>	Створення керуючої коду керуючої програми для обробки деталі згідно креслення з використанням G- та M- кодів.
3	Симуляція обробки в CNC Simulator Pro	<i>практична</i>	Підготовка керуючої програми для проведення симуляції обробки в програмному середовищі.
4	Параметричне програмування	<i>лабораторна</i>	Оптимізація коду керуючої програми з використанням параметричного програмування.
5	Підготовка фрезерного верстату з ЧПУ для реалізації керуючої програми	<i>практична</i>	Установка деталі на стіл верстату, налаштування системи ЧПК верстату перед запуском програми, ознайомлення з органами керування верстатом.
6	Основи програмної обробки в PowerMILL	<i>лабораторна</i>	Ознайомлення з роботою САМ системи PowerMILL. Підготовка моделі деталі для обробки. Вибір стратегії обробки та підготовка інструментального забезпечення для її реалізації.
8 семестр			
1	Підготовка установу для забезпечення програмної обробки в PowerMILL	<i>лабораторна</i>	Налаштування установу для реалізації повного циклу програмної обробки в САМ системі
2	Використання моделі доробки	<i>лабораторна</i>	Знайомство з налаштуваннями моделі доробки. Використання моделі доробки для забезпечення чистової обробки складнопрофільної деталі.

5. Форми та методи контролю

Види контролю: поточний за окремими темами лекційного курсу; рубіжний у формі тестування; захист лабораторних робіт. Форми контролю: усне опитування; тестування. Підсумковий контроль – залік та екзамен.

6. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточне тестування та самостійна робота						Самостійна робота	Сума
Семестр 7							
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль №2			10	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6		
5	5	5	5	5	5		
Рубіжний контроль - Модуль №1							
Тестування - 5 балів макс.							
Рубіжний контроль – Модуль №2							
Тестування - 5 балів макс.							
Лабораторні роботи							
№1	№2		№3	№4			
5	10		5	10			
Практичні роботи							
№1			№2				
10			10				

Поточне тестування та самостійна робота				Самостійна робота	Сума	
Семестр 8						
Змістовий модуль №3				20	100	
T7		T8				T9
10		10				10
Рубіжний контроль - Модуль №3						
Тестування – 10 балів макс.						
Лабораторні роботи						
№1		№2				
20		20				

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

7. 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.

8. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Програмна обробка в САМ системах» для здобувачів освіти за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, спеціальності G11 Машинобудування усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: С.В. Танченко, М.В. Фролов – НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 87 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Програмна обробка в САМ системах» для здобувачів освіти за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, спеціальності G11 Машинобудування усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: С.В. Танченко, М.В. Фролов – НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 65 с.

9. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Groover M.P. CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing / M. P. Groover. — 2nd ed. — Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1999. — 624 p. — (Електронний ресурс). URL: <https://www.pearson.com/>
2. Autodesk. PowerMill — Training Manual / Autodesk. — [Електронний ресурс]. — Autodesk, 2019. — (PDF). URL: https://www.autodesk.com/sites/default/files/file_downloads/PowerMill-Robot-Training-Manual.pdf
3. Haas Automation. Mill Operator's Manual / Haas Automation. — [Електронний ресурс]. — Oxnard, CA: Haas Automation, 2023. — (PDF). URL: https://www.haascnc.com/content/dam/haascnc/en/service/manual/operator/english_mill_interactive_manual_print_version_2023.pdf
4. Посібник для практичного програмування верстатів з ЧПК (Heidenhain TNC640) / За ред. (навч. посібник). — Київ : Міністерство освіти і науки України; Нац. техн. ун-т України «КПІ», — (Електронний ресурс). URL: <https://static.scribd.com/>
5. Доля В. М. Програмування, введення та відпрацювання управляючих програм для верстатів з ЧПУ та РТК : Навч. посібник / В. М. Доля. — Харків : НТУ «ХПІ», 2003. — 169 с. — (Електронний ресурс). URL: <https://web.kpi.kharkov.ua/cutting/wp-content/uploads/sites/143/2018/04/KLPRTK.pdf>
6. Смід П. CNC Programming Handbook / P. Smid. — 3rd ed. — New York : Industrial Press, 2007. — 600 p. — (Електронний ресурс). URL: <https://books.industrialpress.com/9780831133474/cnc-programming-handbook/>

10. Рекомендовані інформаційні джерела

1. Онлайн курси: <https://learn.haascnc.com>

2. CNC Programming Basics: G-Code and M-Code [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cnccookbook.com/g-code-m-code-command-list-cnc-mills/> – Назва з екрана.

3. G and M Code Programming Tutorial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://online.fliphtml5.com/eraqv/izzl/> – Назва з екрана.