МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РОБОТОТЕХНІКИ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Анатолій ТКАЧУК
«28» серпня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
_____ Надія КОВАЛЬЧУК
«29» серпня 2026 р.

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Програмування і налагодження обладнання з ЧПУ»
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – 13 Механічна інженерія
спеціальність – 131 Прикладна механіка
освітня програма – Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи

Кафедра робототехніки

Силабус склав(ла) доцент кафедри робототехніки, к.т.н., доцент Віктор СИЧУК

Силабус затверджений на засіданні кафедри робототехніки, протокол № 1 від «28» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент Борис ПРИДАЛЬНИЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи», протокол № 1 від «28» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи» к.т.н., доцент Борис ПРИДАЛЬНИЙ

Схвалено науково-методичною радою університету, протокол № 1/а від «29» серпня 2026 р.

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/2900

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Програмування і налагодження обладнання з ЧПУ»

Освітня програма	Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи
Галузь знань / Спеціальність	13 Механічна інженерія / 131 Прикладна механіка
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Статус дисципліни	нормативна
Мова викладання	українська
Обсяг	4 кредити ECTS / 120 годин, семестр 7
Форма контролю	екзамен
Викладач(і)	к.т.н., доцент Віктор СИЧУК

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: Ознайомити студентів з напрямками і засобами комплексної автоматизації виробничих процесів у серійному виробництві, за рахунок впровадження високопродуктивних верстатів з ЧПУ та гнучких виробничих комплексів на їх базі.

Завдання: Навчити студентів технічно грамотно здійснювати вибір верстатного обладнання з ЧПУ та організувати раціональну його експлуатацію в умовах виробництва, яке динамічно змінюється.

Пререквізити: Іноземна мова за професійним спрямуванням, Теорія автоматизованого керування

2. Компетентності

ЗК01 — Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02 — Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК04 — Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07 — Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК09 — Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

СК02 — Здатність до проведення оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в типових для галузі умовах експлуатації та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності функціонування виробничих систем, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

СК04 — Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію виробничих систем, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

СК06 — Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

СК09 — Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів машинобудівної галузі загалом і зокрема верстатобудування.

СК10 — Здатність описувати та класифікувати об’єкти виробництва машинобудівної галузі а також елементи та вузли технологічного обладнання і процесів їх функціонування, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

3. Структура дисципліни, розподіл годин, зв'язок тем з компетентностями

№	Назва теми	Лекції денна/ заочна	Практ./ Семін./ лаб денна/ заочна	Самост. робота денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	ЗК та СК
Змістовий модуль 1. Обладнання з ЧПК								
1	Тема 1. Загальні відомості про верстати з ЧПК	2/–		7/8	9/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2	ЗК02, ЗК07, СК04, СК10
2	Тема 2. Підсистема керування верстата з ЧПК	2/–	1/–	6/8	9/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, захист практичної роботи	ЗК04, ЗК02, СК04, СК10
3	Тема 3. Класифікація систем ЧПК	2/–		8/8	10/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК01, ЗК02, СК04, СК10
4	Тема 4. Підсистема приводів	2/–	2/–	6/8	10/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК02, СК06, СК10
5	Тема 5. Підсистема зворотного зв’язку	2/–		8/–	10/0	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК02, ЗК04, СК06, СК10
6	Тема 6. Функціонування системи числового програмного керування	2/2	2/–	4/8	8/10	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, захист практичної роботи	ЗК02, ЗК09, СК04, СК10
7	Тема 7. Нульова точка верстата та заготовки, напрямки переміщень	2/–		4/–	6/0	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК01, ЗК04, СК10
8	Тема 8. Програмування положення інструмента	2/–	2/–	4/8	8/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК04, ЗК09, СК06, СК10
Змістовий модуль 2. Програмування обладнання з ЧПК								

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Практ./ Семін./ лаб** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	**Разом**	**Методи навчання**	**Методи оцінювання**	**ЗК та СК**
9	Тема 9. Основи програмування обробки на верстатах з числовим програмним керуванням	2/–		4/8	6/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК02, ЗК04, ЗК09, СК10
10	Тема 10. Етапи створення керуючої програми	2/–	2/–	4/8	8/8	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК04, ЗК09, СК09, СК10
11	Тема 11. Структура керуючої програми	2/2		4/8	6/10	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК02, ЗК09, СК09, СК10
12	Тема 12. Особливості використання базових кодів та постійних циклів	2/–	2/–	4/10	8/10	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, захист практичної роботи	ЗК04, ЗК09, СК09, СК10
13	Тема 13. Постійні цикли верстата з ЧПК	2/–		4/10	6/10	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК04, ЗК09, СК09, СК10
14	Тема 14. Автоматична корекція радіусу інструмента	2/2	2/2	4/10	8/14	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО2, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК04, СК06, СК10
15	Тема 15. Підпрограми	2/–	2/–	4/10	8/10	МН1, МН2, МН3, МН5, МН6	МО1, МО4, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК09, ЗК04, СК09, СК10
	Разом	**30/6**	**15/2**	**75/112**	**120/120**			

Легенда: ЗК — загальна компетентність (номер за п. 2); СК — спеціальна (фахова) компетентність (номер за п. 2). Повне формулювання кожного коду наводиться в ОП / стандарті спеціальності.

Методи навчання: МН1 — словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо); МН2 — практичний метод (лабораторні та практичні заняття); МН3 — наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); МН5 — відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо); МН6 — самостійна робота (розв'язання завдань).

Методи оцінювання: МО1 — екзамен; МО2 — усне або письмове опитування; МО4 — тестування; МО7 — презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

4. Результати навчання

ПРН08. Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень в області проектування та експлуатації елементів виробничих систем.

ПРН11. Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування робототехнічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматики.

ПРН12. Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

5. Цілі сталого розвитку

ЦСР 4 – Якісна освіта

ЦСР 7 – Доступна та чиста енергія

ЦСР 8 – Гідна праця та економічне зростання

ЦСР 9 – Промисловість, інновації та інфраструктура

ЦСР 12 – Відповідальне споживання та виробництво

ЦСР 13 – Пом'якшення наслідків зміни клімату

ЦСР 17 – Партнерство заради сталого розвитку

6. Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування та інші: результати навчання, здобуті у формальній, неформальній чи інформальній освіті, можуть бути визнані відповідно до процедур ЛНТУ. Підтвердженнями можуть бути сертифікати тематичних тренінгів, вебінарів чи онлайн-курсів разом з описом досягнутих результатів навчання та, за потреби, коротке верифікаційне завдання або портфоліо.

7. Критерії та форми контролю

Оцінювання — за 100-бальною шкалою (національна шкала / ЄКТС). Підсумковий бал = поточний контроль (35 %) + модульний контроль (25 %) + екзамен (40 %).

Академічна доброчесність: самостійне виконання завдань; коректне посилання на джерела; позначення частин тексту, згенерованих засобами ШІ. Порушення академічної доброчесності не толеруються.

8. Зміст тем

Тема 1. Загальні відомості про верстати з ЧПК

Історія винаходу верстата з ЧПК. Основні сучасні системи числового програмного керування. Органи керування сучасного верстата з ЧПК. Основні режими роботи верстата з ЧПК.

Тема 2. Підсистема керування верстата з ЧПК

Складові підсистеми керування.

Тема 3. Класифікація систем ЧПК

Система ЧПК фірми Fanuc. Система ЧПК фірми Siemens. Системи ЧПК фірми Heidenhain. Система ЧПК фірми Haas.

Тема 4. Підсистема приводів

Крокový двигун із змінним магнітним опором. Крокový двигун із постійним магнітним опором. Сервоприводи в сучасних високоточних верстатах з ЧПК. Синхронні серводвигуни. Асинхронні серводвигуни. Ходовий гвинт.

Тема 5. Підсистема зворотного зв'язку

Датчики лінійних переміщень. Датчики кутових переміщень.

Тема 6. Функціонування системи числового програмного керування

Система координат верстата з ЧПК.

Тема 7. Нульова точка верстата та заготовки, напрямки переміщень

Нульова точка верстата. Нульова точка деталі та робоча система координат.

Тема 8. Програмування положення інструмента

Компенсація довжини інструменту. Визначення робочої системи координат. Контактний спосіб вимірювання інструменту. Безконтактний спосіб вимірювання інструменту.

Тема 9. Основи програмування обробки на верстатах з числовим програмним керуванням

Огляд програмування обробки тестової деталі.

Тема 10. Етапи створення керуючої програми

Абсолютні та відносні координати. Створення керуючої програми на ПК. Методи перевірки керуючої програми.

Тема 11. Структура керуючої програми

Підготовчі та допоміжні коди. Слово даних, адреса та число. Рядок безпеки. Формат програми.

Тема 12. Особливості використання базових кодів та постійних циклів

G-коди. Допоміжні коди – M-коди.

Тема 13. Постійні цикли верстата з ЧПК

Цикли розточування. Приклад програми на свердління з допомогою постійних циклів.

Тема 14. Автоматична корекція радіусу інструмента

Зовнішня корекція інструмента. Внутрішня корекція інструмента.

Тема 15. Підпрограми

Бази підпрограм. Виклики підпрограм.

9. Опис ІЗ/КПІЗ

Індивідуальні завдання

1. Розроблення керуючої програми для обробки ступінчастого вала на токарному верстаті з ЧПК.

Визначити послідовність технологічних переходів, вибрати різальний інструмент, розрахувати координати опорних точок контуру та скласти керуючу програму для обробки ступінчастого вала.

2. Розроблення керуючої програми для торцювання та зовнішнього точіння циліндричної заготовки.

Визначити вихідні параметри заготовки, встановити нульову точку деталі, вибрати режими різання та скласти керуючу програму для виконання токарних операцій.

3. Програмування свердління групи отворів на фрезерному верстаті з ЧПК.

Розробити схему розташування отворів, визначити їхні координати, вибрати свердло та скласти керуючу програму із застосуванням постійного циклу свердління.

4. Розроблення керуючої програми для фрезерування прямокутного контуру деталі.

Визначити геометричні параметри контуру, вибрати фрезу, розрахувати координати переміщення інструмента та скласти керуючу програму з використанням лінійної інтерполяції.

5. Програмування обробки круглого контуру на фрезерному верстаті з ЧПК.

Визначити координати початкової та кінцевої точок обробки, задати параметри дугової інтерполяції та розробити керуючу програму із застосуванням відповідних G-кодів.

6. Розроблення керуючої програми для обробки прямокутної кишені.

Визначити розміри кишені, вибрати різальний інструмент, розробити траєкторію його переміщення та скласти керуючу програму для поетапного видалення матеріалу.

7. Програмування свердління отворів, розташованих по колу.

Розрахувати координати центрів отворів відповідно до заданого діаметра кола та їх кількості. Скласти керуючу програму з використанням постійного циклу свердління.

8. Розроблення керуючої програми з використанням абсолютної та відносної систем координат.

Скласти два варіанти керуючої програми для обробки заданого контуру: з абсолютним і відносним програмуванням координат. Порівняти особливості програмування та перевірити правильність траєкторій.

9. Програмування обробки деталі з використанням корекції радіуса інструмента.

Визначити геометрію оброблюваного контуру, вибрати фрезу та скласти керуючу програму із застосуванням корекції радіуса інструмента. Перевірити правильність формування траєкторії.

10. Розроблення керуючої програми з урахуванням корекції довжини інструмента.

Визначити положення нульової точки заготовки, вибрати інструменти різної довжини та розробити керуючу програму із застосуванням відповідних коректорів.

11. Програмування токарної обробки деталі з використанням постійних циклів.

Розробити технологічну послідовність обробки ступінчастої деталі, визначити параметри різання та скласти керуючу програму із застосуванням циклів чорнової та чистової обробки.

12. Розроблення керуючої програми для нарізання різьби на верстаті з ЧПК.

Визначити параметри заданої різьби, вибрати різьбонарізний інструмент, встановити режими обробки та скласти керуючу програму з використанням відповідного циклу.

13. Програмування повторюваних технологічних операцій із використанням підпрограм.

Розробити керуючу програму для обробки деталі з кількома однаковими геометричними елементами. Створити підпрограму для повторюваної операції та реалізувати її виклик з основної програми.

14. Перевірка та налагодження керуючої програми обробки деталі.

Проаналізувати задану керуючу програму, виявити помилки у використанні координат, G- і M-кодів та послідовності переміщень. Внести необхідні виправлення й перевірити програму засобами симуляції.

15. Розроблення повної керуючої програми для виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

За заданим кресленням деталі визначити послідовність технологічних операцій, вибрати інструменти та режими різання, встановити систему координат, скласти керуючу програму й перевірити правильність її виконання.

10. Самостійна робота

1. Особливості підготовки верстата з ЧПК до виконання технологічних операцій механічної обробки.

2. Вибір способів базування та закріплення заготовок на токарних і фрезерних верстатах із ЧПК.

3. Аналіз конструкцій та особливостей використання інструментальних магазинів верстатів із ЧПК.

4. Порядок встановлення та налаштування різального інструмента перед початком обробки деталей.

5. Визначення раціональної послідовності технологічних переходів під час обробки деталей на верстатах із ЧПК.

6. Особливості вибору режимів різання для токарних і фрезерних операцій на верстатах із ЧПК.

7. Методи запобігання зіткненням інструмента, заготовки та елементів верстата під час виконання керуючої програми.

8. Особливості організації автоматичної зміни інструмента на багатоопераційних верстатах із ЧПК.

9. Визначення основного та допоміжного часу обробки деталей за керуючою програмою.

10. Методи скорочення холостих переміщень інструмента під час програмування технологічних

операцій.

11. Особливості використання CAM-систем для автоматизованого формування керуючих програм.

12. Призначення та особливості застосування постпроцесорів під час підготовки керуючих програм для різних систем ЧПК.

13. Аналіз типових аварійних повідомлень систем ЧПК та визначення причин їх виникнення.

14. Методи контролю геометричної точності оброблених деталей та внесення коригувань у параметри налагодження верстата.

15. Особливості організації пробного запуску, покадрового виконання та перевірки керуючої програми на верстаті з ЧПК.

11. Загальні вимоги

Освітній процес регулюється академічними правилами ЛНТУ. Здобувачі освіти зобов’язані ознайомитися з вимогами, визначеними Кодексом академічної доброчесності ЛНТУ та Політикою етичного використання штучного інтелекту в ЛНТУ, і дотримуватися принципів академічної доброчесності та етичного використання штучного інтелекту в освітній діяльності.

Академічна доброчесність. Учасники освітнього процесу зобов’язані дотримуватися Закону України «Про академічну доброчесність» від 18.12.2025 № 4742-IX та внутрішніх нормативних документів ЛНТУ. Не допускаються академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація, привласнення авторства, несамостійне виконання завдань, а також недоброчесне використання результатів, згенерованих штучним інтелектом.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту можуть використовуватися для пошуку ідей, пояснення методів, попереднього структурування, мовного редагування та допоміжного аналізу неконфіденційних даних, якщо конкретне завдання не передбачає повністю самостійного виконання. Здобувач освіти має зазначати використаний інструмент, мету та етап його застосування, перевіряти факти й розрахунки та самостійно обґрунтовувати висновки.

12. Література

I. Навчально-методичні матеріали та розробки

Праці автора силабуса:

1. Програмування і налагодження обладнання з ЧПУ [Текст]: Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форм навчання / уклад. В.А. Сичук. – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 32 с.

2. Програмування і налагодження обладнання з ЧПУ. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форм навчання [Текст]. / уклад. В.А. Сичук – Луцьк: Луцький НТУ, 2019. – 40с.

Праці інших авторів:

3. Інноваційне обладнання автоматизованого виробництва. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. – Електронні текстові дані (1 файл: 21,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 158с.

II. Наукові праці

Праці автора силабуса:

4. Sychuk V., Zabolotnyi O., Harchuk P., Somov D., Slabkyi A., Omiotek Z., Rakhmetullina S., Yusupova G. Practices of modernization of metal-cutting machine tool CNC systems. Mechatronic Systems 2. Routledge, 2021. P. 247–255.

5. Sychuk V., Sychuk A., Zabolotnyi O. Self-diagnostics the Elements of Cutting Technological System Based on Its Emitting Sounds. Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2026. P. 516–532.

6. Придальний Б. І., Самчук Л. М., Гулієва Н. М., Сичук В. А. Підвищення надійності роботизованих виробничих систем на основі діагностики несправностей, прогнозування та моніторингу в реальному часі. Наукові нотатки. Луцьк : ЛНТУ, 2026. Вип. 85. С. 138–144.

7. Придальний Б. І., Самчук Л. М., Гулієва Н. М., Сичук В. А. Обґрунтування систем моніторингу та діагностики роботизованих виробничих комплексів. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2026. Т. 367, № 4 С. 35–39.

Праці інших авторів:

8. Соколан Ю., Ларіонов І., Майдан П., Соколан К. Автоматизоване генерування кодів обробки деталей на верстатах з числовим програмним керуванням. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2023. Т. 325, № 5 (1). С. 212–219.