



Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	Конструювання та дизайн машин
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС, 120 год., Лекції – 36 год., практи. – 36 год., СРС – 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	За розкладом на сайті університету. http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: доцент, кандидат технічних наук, доцент Даниленко Олександр Васильович Кафедра: Корпус КПП 1, кімната 228 А, тел. (044)204-94-61, прив (097) 512-81-03 Пошта: alednlk@gmail.com Практичні: доц., канд. техн. наук., доц. Даниленко О.В. асист. Гаврушкевич Н. В.
Розміщення курсу	Дистанційний ресурс Microsoft Teams, ресурс «Електронний кампус КПП»

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Дисципліна „Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням“ є вибірковою для підготовки бакалаврів за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“.

Метою навчальної дисципліни „Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням“ є підготовка до професійної інженерної діяльності в галузі забезпечення ефективного використання сучасного обладнання для виготовлення різноманітних деталей, що потребує знання способів програмування обробки та вміння використовувати комп’ютерні системи програмування для верстатів з ЧПК.

Предмет навчальної дисципліни – системи керування робочих машин, а саме верстатів, промислових роботів, призначених для обробки деталей з металів та неметалевих матеріалів, а також систем таких машин, які працюють у конкретних умовах виробництва під керуванням програм, введених безпосередньо з пульта системи керування системи ЧПК верстата, систем програмування на окремих комп’ютерах чи з використанням найновіших систем ЧПК з Web-доступом; програмування систем числового програмного управління для виконання операцій токарної, свердлувальної та фрезерної обробки на верстатах відповідних груп або багатоопераційних верстатах.

Дисципліна „Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням“ відноситься до вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки, і вона самостійно не формує компетентностей, проте здатна підсилювати компетентності та результати навчання, які забезпечують нормативні освітні компоненти.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

Загальні компетентності

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності:

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

ФК16. Здатність застосовувати комплекс методів розробки й побудови раціональних технологічних процесів, вибору заготовки, технологічного обладнання, оснащення та інструменту, встановлення технічно обґрунтованих норм часу.

Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

РН7. Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

РН8. Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Дисципліна „Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням“ базується на попередніх знаннях з фундаментальних дисциплін та інших професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема таких, як

- Теорія механізмів і машин;
- Теоретична механіка. Частина 1, 2, 3.
- Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 1, 2.

Теми навчальних програм цих дисциплін при вивченні дисципліни «Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням» отримують конкретне прикладне застосування та конструктивне втілення перш за все стосовно процесів виготовлення деталей.

У свою чергу дисципліна „Технології оброблення на верстатах з числовим програмним керуванням“ може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін:

- Переддипломна практика
- Дипломне проектування

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні поняття і визначення

Тема 1.1 Вступ. Основні поняття

Розділ 2. Механічні системи керування

Тема 2.1 Аналогові системи керування

Тема 2.2 Дискретні системи керування

Розділ 3. Числове програмне керування

Тема 3.1 Загальні задачі та їх вирішення в системах числового програмного керування

Тема 3.2 Числові програмовані контролери

Тема 3.3 Системи числового програмного керування

Тема 3.4 Тенденції розвитку архітектури систем числового програмного керування

Розділ 4. Технологічні передумови обробки на верстатах з числовим програмним керуванням

Тема 4.1 Програмування токарних операцій на верстатах з ЧПК.

Тема 4.2 Програмування фрезерних операцій на верстатах з ЧПК.

Розділ 5. Особливості промислових роботів та систем їх програмування

Тема 5.1 Кінематичні схеми промислових роботів.

Тема 5.2 Класифікація систем керування промислових роботів.

Тема 5.3 Інтелектуальні системи керування промисловими роботами.

Розділ 6. Системи автоматизації програмування (САП)

Тема 6.1 Архітектура систем автоматизованого комп'ютерного керування.

Тема 6.2 Системи автоматизації програмування (САП).

Тема 6.3 Автоматизована САМ-система ESPRIT

Розділ 7. Система ЧПК фірми HEIDENHAIN для обробки на свердлувально-фрезерувальних верстатах

Тема 7.1 Пульти системи ЧПК і станції програмування iTNC530.

Тема 7.2 Режими роботи станції програмування.

Тема 7.3 Управління станцією програмування та верстатом

Розділ 8. Система ЧПК фірми HEIDENHAIN для обробки на свердлувально-фрезерувальних верстатах

Тема 8.1 Пульти системи ЧПК і станції програмування iTNC530.

Тема 8.2 Режими роботи станції програмування.

Тема 8.3 Управління станцією програмування та верстатом

Розділ 9. Програмування обробки на фрезерних верстатах з ЧПК

Тема 9.1 Створення та редагування програми. Структура програми.

Тема 9.2 Основні функції системи програмування. Можливості програмування параметрів процесів обробки.

Розділ 10. Програмування роботи з циклами

Тема 10.1 Стандартні цикли обробки.

Тема 10.2 Спеціальні цикли.

Тема 10.3 Програмування циклів з використанням клавіш системи керування.

Розділ 11. Система ЧПК фірми HEIDENHAIN для обробки на токарних верстатах

Тема 11.1 Будова і основні складові пульта системи ЧПК фірми HEIDENHAIN DataPilot CP640.

Тема 11.2 Режими роботи системи програмування та системи управління верстатом.

Розділ 12. Програмування обробки на токарних верстатах з ЧПК

Тема 12.1 Створення та редагування програми. Структура програми.

Тема 12.2 Управління станцією програмування та верстатом. Програмування обробки контура.

Тема 12.3 Форми діалогів „юніта“. Опис основних юнітів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. 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. - Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36433/1/IOAV_verstaty_ChPK.pdf

2. Онофрейчук Н. В. Основи обробки та програмування на верстатах з числовим програмним керуванням : підруч. / Н.В.Онофрейчук. — Львів : Світ, 2019. — 352 с. - Режим доступу: https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profosvita/Onofreychuck_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82_%D0%BE%D1%81%D1%82.pdf

Додаткова література

1. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ напрямів підгот. 050502- "Інженерна механіка" та 050503 - "Машинобудування" / Ю. М. Кузнєцов [та ін.]. - Київ ; Кременчук ; Севастополь : Точка, 2014. - 499 с.

2. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / С. Л. Міранцов [и др.] ; Донбаська державна машинобудівна академія (Краматорськ). - Краматорськ : ДДМА, 2012. - 151 с. - Бібліогр.: с. 125. - ISBN 978- 966-379-549-2

3. Доля, Віктор Миколайович Програмування, введення та відпрацювання управляючих програм для верстатів з ЧПУ та РТК : Навч. посіб. / В.М. Доля ; Національний техн.ун-т "ХПІ". - Харків : НТУ "ХПІ", 2004. - 169 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

На лекціях подається теоретичний матеріал та наводяться приклади розв'язування основних тематичних задач. Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Аналогові системи керування. Копіювальні системи з силовим копіром. Слідкуючі копіювальні системи. Системи, з розподільними валами.
- Системи керування з командоапаратами. Системи циклового програмного керування. Релейні програмовані контролери.
- Системи числового програмного керування. Тенденції розвитку архітектури систем ЧПК та програмного забезпечення.
- Загальний огляд верстатів з ЧПК, характеристики технологічного обладнання з ЧПК, компоновки обробних центрів та іншого обладнання, показники працездатності особливості функціонування типових вузлів.
- Особливості промислових роботів та систем їх програмування. Кінематичні схеми промислових роботів. Класифікація систем керування промислових роботів. Інтелектуальні системи керування промисловими роботами.
- Системи автоматизації програмування (САП). Архітектура систем автоматизованого комп'ютерного керування. Системи автоматизації програмування (САП). Автоматизована САМ-система ESPRIT.
- Система ЧПК фірми HEIDENHAIN для обробки на верстатах свердлувально-фрезерної групи. Пульти системи ЧПК і станції програмування iTNC530. Режим роботи станції програмування. Управління станцією програмування та верстатом.

- Програмування обробки на фрезерних верстатах з ЧПК. Створення та редагування програми. Управління файлами. Типи файлів. Статус файлів. Програмування і редагування програми. Створення файлу нової програми. Структура програми, що рекомендується. Задавання параметрів заготовки. Зміна інструменту і задавання параметрів. Редагування таблиці інструментів. Редагування таблиці місця інструменту.
- Програмування роботи з циклами. Стандартні цикли обробки. Цикли обробки отворів. Цикли свердлування груп отворів, наприклад, на колі, або сітці. Цикли фрезерування карманів, цапф, пазів і канавок. SL-цикли (Subcontur-List). Цикли обробки рядками плоских або складних поверхонь. Різефрезерування, обробка по спіралі і отримання гвинтових ліній (Helix).
- Система ЧПК фірми HEIDENHAIN для обробки на верстатах токарної групи. Будова і основні складові пульта системи ЧПК фірми HEIDENHAIN DataPilot CP640. Основні можливості системи ЧПК. Пульт управління системи ЧПК DataPilot, дисплей, рядок режимів роботи, поле відображення верстата, інші вікна, багатофункціональні клавіші Softkey. Пульт управління верстата.
- Програмування обробки на токарних верстатах з ЧПК. Створення та редагування програми. Структура програми. Управління станцією програмування та верстатом. Програмування обробки контура. Форми діалогів „юніта“. Опис основних юнітів. Стандартне DIN-програмування, DIN PLUS-програмування, smart.Turn-програмування, інтерактивний графічний ICP-редактор.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з інформаційними джерелами, ознайомлення з конструктивними реалізаціями типових вузлів (гвинт-гайка ковзання і кочення, напрямних ковзання й кочення), методиками проектування та розрахунками окремих вузлів та механізмів

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

- ознайомлення з встановлюванням (інсталяцією) та налаштуваннями систем програмування iTNC 530 (TNC 640 Programming Station), а також інтерфейсом системи програмування
- створення файлу програми і розробка простої програми вердлувально-фрезерної обробки з використання інтерфейсу "програмування відкритим текстом"
- застосування циклів в системі програмування iTNC 530
- ознайомлення з встановлюванням (інсталяцією) та налаштуваннями системи програмування DataPilot CP 640, а також інтерфейсом системи програмування
- створення файлу програми та побудова заготовки і контуру оброблюваної делі з використанням ICP-редактора з використання режиму програмування "Smart Tern"
- програмування "UNITів" в системі програмування DataPilot CP 640

6. Самостійна робота студента

Години, відведені на самостійну роботу студента, призначені для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовка до виконання робіт на практичних заняттях; підготовка до лекцій та лабораторних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи та заліку.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі, які виносяться на залік. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни.

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вишу оцінку є неможливим.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", https://document.kpi.ua/2022_НОН-228

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання(PSO)

Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота, експрес опитування за темою заняття.

Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова оцінка R студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- Експрес-опитування r_1 (10 балів);
- виконання практичних робіт r_2 (50 балів);
- модульну контрольну роботу r_3 (40 балів);
- залік r_4 .

Додатково PSO передбачає можливість нарахування заохочувальних та штрафних балів.

Експрес-контроль на лекції (r_1)

Максимальна сумарна кількість балів, які можна одержати за позитивні результати експрес-контролю на лекціях $r_1 = 10$ балів. Лектор випадковим чином проводить опитування на початку лекції по пройденому матеріалу на попередніх лекціях.

Практична робота (r2)

Ваговий бал одного комплексного практичного завдання з програмування – 25 балів. Всього два практичних завдання. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб робота вважалась зарахованою складає 15 балів. Максимальний бал за всі практичні завдання $2 \cdot 25 = 50$ балів. Мінімальна кількість балів - 30 балів.

Рейтингові бали за практичну роботу

Бали	Критерії оцінювання
25	Завдання виконані, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
23	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
21	Завдання виконані з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
18	Завдання виконані з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
15	Завдання виконані із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0-14	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Звіт захищається на останньому практичному занятті до початку заліку за курсом.

Модульна контрольна робота (r3)

Модульна контрольна робота здійснюється у вигляді тесту, що містить 40 запитань з рейтинговою вагою 1 бал кожний. Результат визначається середовищем Microsoft Teams автоматично.

Умови рубіжної атестації

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто $100 \times 0,1 = 10$ балів.

Критерії залікового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання всіх практичних робіт.

Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу залишаються, а інші бали скасовуються.

Максимальна кількість балів, отриманих за залікову контрольну роботу, складає 50 балів:

$$r_4 = 50 \text{ балів.}$$

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на всі завдання білета за таблиці:

Кількість балів за всі завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
50	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
45	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
40	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
35	Задовільна відповідь (не менше 65% інформації) є зауваження, відповідь на частину питань
30	Достатня відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на окремі питання.
0,0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних балів

- без залікової контрольної роботи:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 = 10 + 50 + 40 = 100 \text{ балів}$$

- із заліковою контрольною роботою:

$$R = r_2 + r_4 = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку:

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 ... 100	Відмінно
85 ... 94	Дуже добре
75 ... 84	Добре
65 ... 74	Задовільно
60 ... 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:

Доцент кафедри конструювання
машин, кандидат технічних наук

Олександр Даниленко

Ухвалено кафедрою конструювання машин

(Протокол №6 від 15.12.2021 р.)

Погоджено методичною комісією
навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту

(Протокол №5 від 17.12.2021 р.)