



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК

Шифр та назва спеціальності
131 - Прикладна механіка

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Освітня програма
Прикладна механіка

Кафедра
Технологія машинобудування та металорізальні верстати (146)

Рівень освіти
Магістр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр
10

Мова викладання
Українська, англійська

Викладачі, розробники



Рузметов Андрій Русланович

Andrii.Ruzmetov@khi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доценткафедри «Технологія машинобудування та металорізальні верстати» НТУ ХПІ .

Досвід роботи – понад 16 років. Автор близько 30 наукових та навчально-методичних праць. Лектор з дисциплін: «Механізація та автоматизація технологічних процесів», «Автоматизація виробничих процесів», «Автоматизація складального виробництва», «Виконуючі механізми та кінематика верстатів», «Програмування оброки на верстатах з ЧПК», «Програмування верстатів з ЧПК», «Системи автоматизованої підготовки управляючих програм», «Системи автоматизованого, програмування верстатів з ЧПК»,
[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс дисципліни "Основи інформатики" спрямован на освоєння теоретичних основ функціонування систем автоматизованого програмування виробничого обладнання з ЧПУ та практичних навичок роботи в САМ – системах. В результаті засвоєння дисципліни студент повинен знати основні методи роботи з САМ системами: вибір технології, вибір найбільш раціональних стратегій обробки поверхонь або переміщень виконавчих ланок виробничого обладнання, методи отримання керуючої програми обробки для певної системи ЧПУ, розуміти методи керування точністю відпрацювання траєкторій на складних ділянках. Повинен розуміти основні тенденції розвитку систем моделювання обробки. Повинен вміти: вибрати заготовку для обробки, схему базування-кріплення, підготувати інформацію для САМ - системи, узгодити склад оснащення для роботи цієї системи, будувати або редагувати модель деталі, обирати тип інтерполяції для керування точністю на складних ділянках траєкторії, орієнтуватись в мові Cldataфайлу та в мові моделювання EXPRESS стандарту STEP-NC.

Мета та цілі дисципліни

Дати студентам глибокі систематичні знання по загальним питанням визначення, обґрунтування або побудови контурів та поверхонь обробки деталі на верстаті з ЧПУ, виборубільш раціональних технологічних структур і технічних схем руху інструмента при обробці поверхонь, корегування моделі та генерації, необхідного для виробничого обладнання, програмного коду.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК03. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК09. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ФК01. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.
- ФК03. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.
- ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектації технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.
- ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.
- ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.
- ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей.
- ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.
- ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Результати навчання

- РН1) вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи;
- РН4) оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження;
- РН5) виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень;
- 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;
- РН10) знати конструкції, методи вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;

PH11) розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматики;

PH12) навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE);

PH13) оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва;

PH16) вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовою, включаючи знання спеціальної термінології та навички міжособистісного спілкування;

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття - 16 год, самостійна робота - 64 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Моделювання процесів в галузевому машинобудуванні", "Інтегровані системи проектування технологічних процесів", "Автоматизовані системи керування технологічними процесами", "Пристрої та системи автоматизації верстатів", "Прогресивні методи обробки матеріалів".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться в інтерактивній формі з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на самостійне вирішення індивідуальних завдань, на лекціях застосовуються відеоматеріали щодо методів обробки на верстаті з ЧПУ. Лабораторні та практичні роботи можливо виконувати із використанням власних технічних засобів або в лабораторії кафедри за індивідуальним завданням для кожного студенту. Навчальні матеріали доступні студентам через корпоративний диск викладача, а також через репозиторій бібліотеки.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. САП УП як засіб забезпечення гнучкості автоматизованого виробництва

Ефективність застосування верстатів з ЧПУ

Класифікація деталей оброблюваних на верстатах зі ЧПУ

Вимоги до технологічності деталей, що оброблюються на верстатах з ЧПК

Сутність та рівні автоматизованої підготовки УП.

Економічна ефективність використання САП УП

Тема 2. Обробка програми в системах з ЧПУ

Загальна структура системи з ЧПУ як системи програмної переробки

Кодування та запис керуючих програм

Міжнародний код ISO – 7bit

Тема 3. Етапи підготовки управляючої програми

Послідовність етапів розробки УП

Етапи технологічної підготовки даних для верстатів з ЧПУ

Довідкова, вихідна і супровідна документація

Системи координат верстата, деталі, інструмента

Загальні принципи кодування програми для верстата

Типи систем керування верстатів з ЧПУ.

Налагодження верстатів, пристрій ЧПУ яких обладнано плаваючим нулем.

Тема 4. Розрахунок елементів контуру деталі

Типи геометричних елементів деталі. Поняття «Опорна крапка»

Рішення типових геометричних завдань.

Розрахунок координат опорних крапок контуру деталі.

Тема 5. Розрахунок елементів траєкторії інструмента

Поняття «еквідистанта до контуру».

Методика побудови еквідистанти.

Еквідистанта до відрізка прямої, до дуги окружності.

Сполучення сусідніх ділянок еквідистанти.

Приклад розрахунку координат опорних крапок еквідистанти.

Тема 6. Інтерполяція і дискретність в системах з ЧПУ

Рівні управління системами з ЧПУ

Інтерполятори

Лінійна інтерполяція

Кругова інтерполяція

Гвинтова інтерполяція

Схема вибору типу інтерполяції

Тема 7. Види САМ-систем.

Класифікації САП

Сучасні промислові САМ.

Вимоги до сучасної САМ-системи

Тенденції розвитку сучасних САМ.

Тема 8. Стратегії обробки

Стратегії токарної обробки

Стратегії обробки отворів

Стратегії фрезерування площин 2D

Стратегії фрезерування 2.5D

Стратегії об'ємної 3D обробки

П'ятикоординатне фрезерування і 3D-корекція

Високошвидкісна обробка (BCO)

Тема 9. Організація САМ-систем

Склад технологічних завдань, розв'язуваних за допомогою системи САП УП

Склад завдань ЧПК у різних САМ - системах

Структура і основні блоки САП: препроцесор, процесор, постпроцесор.

Структура традиційної САМ-системи

Структурна схема САМ-системи на основі автоматизації обробки конструкторсько – технологічних елементів (КТЕ)

Розподіл завдань по основних блоках САП.

Тема 10. Етапи розробки керуючої програми за допомогою CAD/CAM - систем

Вибір форми і параметрів заготовки

Визначення геометрії і параметрів деталі

Вибір стратегії і інструмента для обробки

Симуляція обробки (Backplot) і верифікація

Впорядковування операцій обробки

Створення коду управляючої програми

Тема 11. Інтеграція CAD/CAE/CAPP/CAM- систем

Принципи взаємодії CAD/CAE/CAPP/CAM- систем

Структура системи PDM

Графічні ядра CAD-систем

Інтеграція через формати обміну

Пряма інтеграція

Інтерпретація геометрії САМ-системою

Стандарт подання геометричної і графічної інформації IGES

DXF (Drawing interchange Format) – формат обміну кресленнями

STEP (Standard for Exchange of Product model data) – стандарт обміну даними про модель продукту

Формат STL файлу

Тема 12. Формальний опис моделі механічної обробки

CLData як результат роботи систем моделювання обробки

Функціонал та структура мови АРТ (Automatically Programmed Tool)

Визначення деталі і геометричних елементів в АРТ

Визначення плану обробки в АРТ

Перетворення програми АРТ у файли CL

Елементарні геометричні об'єкти

Вибір режимів різання для верстатів з ЧПУ.

Тема 13. Функціонал та структура мови «ІНТЕРСАП»

Формат інструкцій системи «ІНТЕРСАП»

Визначення геометричних елементів

- визначення списку;
- визначення сплайну.

Формування контурів для обробки: інструкції завдання руху, інструкції перетворення контурів

Інструкції завдання технології обробки і допоміжних функцій

Тема 14. Розвиток форматів CLDATA

Проблеми інтерпретації CLData

Стандарт формату даних BCL

Базова мова числового керування BNCL

Тема 15. Стандарти STEP

Стандарт STEP-NC

Модель даних STEP-NC EXPRESS

Метод реалізації XML

Тема 16. Архітектура сучасної системи ЧПУ

Архітектурні моделі

Архітектура відкритої системи ЧПУ

Відкрите ядро ЧПУ

Системи ЧПУ з Web-доступом

ЧПУ, що сприймають стандарт STEP-NC

Розвиток цифрового приводу

Теми практичних занять

Тема 1. Створення керуючої програми для токарної обробки деталі у FearuteCAM

Тема 2. Створення керуючої програми для 2.5D фрезерної обробки деталі у FearuteCAM

Тема 3. Токарно-фрезерна обробка деталі у FeatureCAM

Тема 4. 3D фрезерна обробка деталі у FeatureCAM

Тема 5. Завдання геометрії контурів деталі на мові АРТ

Тема 6. Завдання геометрії контурів деталі в системі «ІНТЕРСАП» для 2.5D токарної обробки

Тема 7. Завдання геометрії контурів деталі в системі «ІНТЕРСАП» для 2.5D фрезерної обробки

Тема 8. Створення моделі деталі на мові EXPRESS

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Методика створення керуючої програми для 2.5D фрезерної обробки в FearuteCAM

Тема 2. Методика автоматичного розпізнавання елементів FeatureCAM

Тема 3. Методика створення керуючої програми для токарної обробки в FearuteCAM

Тема 4. Методика токарно-фрезерної обробки FeatureCAM

Тема 5. Методика 3D фрезерної обробки FeatureCAM

Тема 6. Методика електроерозійної обробки FeatureCAM

Тема 7. Моделювання токарної обробки поверхонь у системі «ІНТЕРСАП»

Тема 8. Моделювання 2.5D фрезерної обробки поверхонь в системі «ІНТЕРСАП»

Самостійна робота

Курс передбачає виконання курсової роботи з побудови конструкторського та техніко-технологічного опису виготовлення деталі яка, згідно завданню, подана у растровому вигляді. Практичні заняття також потребують виконання індивідуальних завдань по моделюванню та генерації програми обробки деталі. Всі результати розрахунків оформлюється у письмовий звіт. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, web-ресурси) для самостійного вивчення аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Peter Tirpak, Peter Michalik*, Jozef Dobransky, Jozef Macej, and Michal Petrus Intelligent programming of robotic flange production by means of CAM programming Aug 23, 2019;
2. Основи наукових досліджень. Моделювання процесів обробки металів різанням: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, Ю. В. Петраков, О. І. Драчев - Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 145 с.
3. Основи обробки матеріалів різанням та інструмент: Навчальний посібник для підготовки молодших спеціалістів та бакалаврів машинобудівних спеціальностей / Ю. Ф. Лебеденко, С. Є. Сліпченко. Харків: Факт, 2020. - 344 с.
4. Programming language APT [електронний ресурс]. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/APT_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/APT_(programming_language)).
5. Fearute CAM [електронний ресурс]. – URL: <https://delcam.ru/product/featurecam>.
6. Mastercam [електронний ресурс]. – URL: <https://www.mastercam.com/>.
7. Autodesk [електронний ресурс]. – URL: <https://www.autodesk.com/products/powermill/new-features>.

Додаткова література

1. Міранцов, С. Л. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК : навчальний посібник / С. Л. Міранцов, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, Є. В. Мішура, О. С. Ковалевська – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 152 с.
2. Programming Language APT (Revision, Redesignation And Consolidation Of ANSI X3.37-1995, ANSI X3.37-1995/AM 2-1998, ANSI X3.37-1995/AM 1-1998) (Formerly ANSI INCITS 37-1999)
3. Numerical Control BCL Standards Association. NCBSA Standard Proposal for EIA 494 C. Basic Control Language (BCL) An ASCII data exchange specification for computer numerical control manufacturing. Numerical Control BCL Standards Association; 1996.
4. EIA/ANSI. (1992). 32 Bits Binary CL (BCL) and 7 bit (ACL). Exchange input format for numerically controlled machines. Electronics Industries Association (EIA) and American National Standards Institute (ANSI) RS-494 Standard. Washington, DC. Headquarters: ANSI.
5. Electronic Industries Association. EIA Standard EIA-274-D interchangeable variable block data format for positioning, contouring, and contouring/positioning numerically controlled machines. EIA; 1979

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).
Поточне оцінювання: 2 онлайн тести (по 20%) тарозрахункове завдання (20%)
Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання практичної задачі) та усна доповідь.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено




Завідувач кафедри
Олександр ПЕРМЯКОВ

Гарант ОП
Генадій ХАВІН