



CAD та CAM у зварюванні, лазерний та споріднених процесах

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Денна/змішана/дистанційна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS: 18 год. – лекції; 54 год. – комп'ютерний практикум, 48 години самостійна робота.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР/РГР
Розклад занять	Згідно www.rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., старший викладач Мінаков Антон Сергійович, minakov.anton@iit.kpi.ua Комп'ютерний практикум: к.т.н., старший викладач Мінаков Антон Сергійович, minakov.anton@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/1/c/NTI1Mzc1ODI0MTA5

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "CAD та CAM у зварюванні, лазерний та споріднених процесах" входить до циклу спеціальної професійної підготовки бакалавра напряму 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій».

Мета дисципліни - формування у студентів здатностей створення твердотільних електронних моделей деталей та вузлів для зварювання, лазерних та споріднених процесах, та написання програм для виготовлення за допомогою сучасних засобів САМ.

Предмет дисципліни - моделювання та написання програм для виготовлення деталей та вузлів зварювального, лазерного та спорідненого обладнання за допомогою сучасних програм CAD та CAM.

Вивчення освітнього компоненту передбачає підсилення та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Інжиніринг зварювання,

лазерних та споріднених технологій» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Загальні компетентності:

- а. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- б. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 7);

Фахові компетентності:

- Здатність використовувати знання в галузі металообробки для призначення технології підготовки конструктивних елементів до зварювання та споріднених технологій (ФК1)
- Здатність використовувати знання з прикладної технічної механіки для виконання проектно-конструкторських робіт в галузі зварювання та споріднених технологій за типовими методиками (ФК3);
- Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації (ФК4);
- Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки (ФК7).
- Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей (ФК8)

Результати навчання з дисципліни «CAD та CAM у зварюванні, лазерний та споріднених процесах» є корисним для дипломного проектування за освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій».

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

У процесі засвоєння дисципліни «CAD та CAM у зварюванні, лазерний та споріднених процесах» студент повинен мати базові знання з дисциплін:

- Інформатика
- Інженерна та комп'ютерна графіка
- Деталі машин і основи конструювання

Результати навчання з дисципліни «CAD та CAM у зварюванні, лазерний та споріднених процесах» є корисним для дипломного проектування за освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій».

3. Зміст навчальної дисципліни

Основи роботи

Інтерфейс програми SolidWorks. Основні етапи твердотільного проектування в SolidWorks. Створення ескізу.

Побудова моделі 3D моделі

Побудова деталей в SolidWorks. Принципи створення зварних конструкцій в SolidWorks. Принципи побудови деталей з листового матеріалу в SolidWorks.

Створення складальних вузлів та креслень

Принципи створення складальних вузлів в SolidWorks. Створення 2D креслень деталей із 3D моделі. Додаткові можливості системи автоматизованого проектування в SolidWorks.

Створення G коду для фрезерування деталі на ЧПК

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

- 1) Козяр, М. М. Комп'ютерна графіка: SolidWorks : навч. посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. — Херсон : ОЛДІ-плюс, 2018. — 252 с
- 2) Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с

Додаткова література:

- 1) Мінаков А.С., Лисак В.В., Ільїн Д.В. Викладання сучасних методів проектування у САПР// Матеріали п'ятнадцятої міжнародної міжгалузевої науково-технічної конференції студентів, аспірантів та наукових співробітників: - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.- С. 56
- 2) Пилипась І.О., Лисак В.В., Мінаков А.С. 3D моделювання засобів механізації зварювального виробництва у CAD програмах// Матеріали п'ятнадцятої міжнародної міжгалузевої науково-технічної конференції студентів, аспірантів та наукових співробітників: - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.- С. 26
- 3) Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник для студ. вищих навч. закл. / За ред.. Михайленка В.Є.. 3-є вид. – К Каравела, 2004. – 344 с.
- 4) Баженов В.А, Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування.: Підручник для студ. вищих навч. закл. – К.: Каравела, 2004. – 360 с ISBN 966-96331-2-5

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1-й тиждень

Лекція 1 Основні етапи твердотільного проектування в SolidWorks

Побудова ескізу. Створення об'ємної моделі. Створення зборок. Генерація креслень. Основні принципи побудови ескізів. Використання сплайнів та масивів при побудові ескізів. Тримірні ескізи. Додаткова геометрія.

Комп'ютерний практикум 1 Демонстрація інтерфейсу та можливостей системи автоматизації конструкторських робіт в SolidWorks, побудова ескізів.

2-й тиждень

Комп'ютерний практикум 2 Побудова ескізів для побудови 3D моделей деталей та побудова деталей видавлювання та вирізання.

3-й тиждень

Лекція 2 Основні принципи побудови деталей в SolidWorks

Основні способи побудови деталей. Тіла обертання. Деталі типу трубопроводів. Деталі складної конфігурації.

Комп'ютерний практикум 3 Побудова 3D моделей деталей: тіла обертання та вирізання обертанням.

4-й тиждень

Комп'ютерний практикум 4 Побудова 3D моделей деталей: видавлювання по траєкторії.

5-й тиждень

Лекція 3 Основні принципи створення складаних вузлів в SolidWorks

Інтерфейс системи. Побудова складаних вузлів . Поняття спряження. Обмеження застосування спряження при побудові складаних вузлів.

Комп'ютерний практикум 5 Побудова 3D моделей деталей «пазл» та скласти с пазл.

6-й тиждень

Комп'ютерний практикум 6 Побудова 3D моделей деталей струбцина та скласти струбцину.

7-й тиждень

Лекція 4 Основні принципи створення зварних конструкцій в SolidWorks

Створення зварних конструкцій з тримірного ескізу. Створення зварної конструкції за допомогою багатотільної деталі. Моделювання стикового зварного з'єднання.

Комп'ютерний практикум 7 Побудова 3D моделей зварних конструкцій куб з круглої труби.

8-й тиждень

Комп'ютерний практикум 8 Побудова 3D моделей зварних конструкцій 2.

9-й тиждень

Лекція 5 Основні принципи побудови деталей з листового матеріалу в SolidWorks

Проектування деталей з листового матеріалу, основні поняття. Перетворення твердого тіла в деталь з листового матеріалу. Конструювання деталей типу «Скоба».

Комп'ютерний практикум 9 Побудова 3D моделей деталей з листового матеріалу 1.

10-й тиждень

Комп'ютерний практикум 10 Побудова 3D моделей деталей з листового матеріалу 2.

11-й тиждень

Лекція 6 Основні принципи створення креслень деталей в SolidWorks

Створення нового креслення. Вибір головного та проєкційних видів вузла. Режими відображення видів. Редагування основного напису. Створення додаткових видів. Розрізи, місцеві та допоміжні види. Примітки до креслення. Використання шарів креслення.

Комп'ютерний практикум 11 Виконання креслення на основі створеної 3D моделі деталі гвинт.

12-й тиждень

Комп'ютерний практикум 12 Демонстрація фрезерування деталі на ЧПК верстаті.

13-й тиждень Лекція 7 Основні принципи створення програми для вирізання деталі на ЧПК фрезерному верстаті

Вибір геометрії, що будемо обробляти. Вибір фрези та режиму різання.

Комп'ютерний практикум 13 Написання програми для виготовлення плоскої деталі на фрезерному ЧПК верстаті.

14-й тиждень

Комп'ютерний практикум 14 Написання програми для виготовлення 3D деталі на фрезерному ЧПК верстаті.

15-й тиждень

Лекція 8 Використання побудованої моделі для створення в САМ програмах G-коду, приклади роботи ЧПК верстатів

Огляд роботи: 3D принтера, плазмового та лазерного ЧПК верстатів, токарних та фрезерних ЧПК верстатів, ЧПК для губки листів та листів, 4х та 5ти ЧПК осьові верстати.

Комп'ютерний практикум 15 Написання програми для виготовлення деталей на плазмового або лазерних ЧПК верстатах.

16-й тиждень

Комп'ютерний практикум 16 Слайсинг 3D деталі для друку на 3D принтері.

17-й тиждень

Лекція 9 Додаткові можливості системи автоматизованого проектування в SolidWorks

Розрахунки в SolidWorks. Теплові розрахунки. Розрахунки на міцність. Моделювання руху.

Комп'ютерний практикум 17 Моделювання руху в SolidWorks.

18-й тиждень

Комп'ютерний практикум 18 Розрахунки на міцність в SolidWorks.

Залікова контрольна робота

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи (48 год.):

6.1 Виконання і оформлення розрахунково-графічної роботи відповідно до індивідуального завдання (всього – 10 год.).

6.2 Підготовка до заліку – 6 год.

6.3. Підготовка до комп'ютерних практикумів - 12 год.

6.4 Підготовка до лекцій – 1 години на кожну лекцію (всього – 18 год.) – вивчення додаткових матеріалів за наступною програмою:

- 1) Створення конфігурації деталей.
- 2) Конструювання деталей типу «пластина»
- 3) Моделювання зварного з'єднання циліндричних деталей

- 4) Оформлення ливарних напівформ
- 5) Нанесення розмірів
- 6) Автоматичне генерування специфікацій
- 7) Побудова 3D моделей складаних вузлів зварювального обладнання
- 8) Розробка та побудова ливарних форм
- 9) Створення головного виду креслення.
- 10) Створення перерізу. Властивості видів.
- 11) Поставлення позицій на складальному кресленні.
- 12) Специфікація.
- 13) Створення специфікації.
- 14) Генерування специфікацій за допомогою програми.
- 15) Виконання креслення на основі створеної 3D моделі деталі
- 16) Теплові розрахунки.
- 17) Розрахунки на міцність.
- 18) Моделювання руху.

6.5 Підготовка до МКР - 2 год.. МКР полягає у проектуванні деталі в SolidWorks 2 рази - 1 год. МКР-1 проводиться у комп'ютерному класі під час комп'ютерного практикуму 10 (10 тиждень) впродовж 0,5 год., МКР-2 проводиться у комп'ютерному класі під час лекції №17 (17 тиждень) впродовж 0,5 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «CAD та CAM у зварюванні, лазерний та споріднених процесах» є складовою частиною загальної політики в галузі якості КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і студентами наступних принципів.

- ✓ На лекціях і комп'ютерних практикумах обов'язковим є відключення телефонів. На заліку забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті.
- ✓ На лекціях і комп'ютерних практикумах студенти проявляють активність. На лекціях питання задаються у відведений викладачем час. На комп'ютерних практикумах питання вирішуються по мірі виникнення в діалогової формі. За активність студентів на заняттях викладач призначає заохочувальні бали.
- ✓ Комп'ютерні практикуми виконуються командами студентів (підгрупами). Склад команди визначають студенти за погодженням з викладачем. Закінчені результати виконання кожного заняття демонструються викладачеві на наступному занятті. Захист виконання повного комплексу комп'ютерних практикумів здійснюється командою студентів на останньому занятті.
- ✓ Комп'ютерні практикуми повинні бути виконані і захищені до початку залікової сесії. Перескладання заліку допускається згідно чинних норм, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

- ✓ Академічна доброчесність є базовим принципом освітнього процесу і підлягає беззаперечному виконанню викладачем і студентами.
- ✓ Викладач є лідером і гарантом підготовки методичних матеріалів, навчання, контролю і поліпшення дисципліни на сучасному рівні з урахуванням вимог міжнародних стандартів з використанням кращої практики підприємств та університетів світу.

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

Поточний контроль проводиться за рішенням викладача в двох формах: експрес-опитування за темою попередньої лекції на початку лекції, опитування за темою заняття на початку комп'ютерного практикуму.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Модульна контрольна робота полягає у проектуванні деталі в SolidWorks 2 рази - 1 год. МКР-1 проводиться у комп'ютерному класі під час комп'ютерного практикуму 10 (10 тиждень) впродовж 30 хв., МКР-2 проводиться у комп'ютерному класі під час лекції №17 (17 тиждень) впродовж 30 хв.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання повного комплексу комп'ютерних практикумів, розрахунково-графічної роботи, модульної контрольної роботи сумарний семестровий рейтинг не нижчий 60 балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Студенти які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також студенти, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку в семестрі проходять семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Розрахунок рейтингових балів

- Присутність або відсутність студента на аудиторному занятті не оцінюється
- **Експрес-опитування на лекціях;**
Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає: $1 \text{ бал} \times 9 = 9 \text{ балів}$.
- **Виконання та захист комп'ютерних практикумів;**
Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів складає: $3 \text{ бали} \times 18 = 54 \text{ балів}$:
- **Виконання розрахунково-графічної роботи** - 8...21 балів. Тема РГР призначається із списку тематики завдань. Правильно зроблена РГР має ваговий бал 21. Неповна або частково неправильна — 8.
Критерії оцінювання РГР :
 - РГР виконана повністю і правильно – 21 балів
 - РГР виконана не повністю (нараховуються штрафні бали):
 - ✓ не побудована 3D модель деталі «– 8 балів»;
 - ✓ побудована 3D модель деталі з помилками «– 4 бали»;
 - ✓ не вірно зроблено спряження деталей «– 8 балів»;
 - ✓ РГР оформлена з порушеннями вимог « – 4 бали».
- **Виконання модульної контрольної роботи** – 16 балів. Після проходження теоретичного та практичного матеріалу студенти виконують роботу по проектуванню деталі 2 рази (за першу та другу частини пройденого матеріалу). Кожне виконане завдання оцінюється у 9 балів).
- Розмір шкали рейтингу з дисципліни складає: $R=9+54+21+16=100 \text{ балів}$.
 - ✓ Умови допуску до заліку:

- ✓ виконані і захищені всі комп'ютерні практикуми;
- ✓ виконана і захищена РГР;
- ✓ виконана МКР, яка складається з 2 частин;
- ✓ стартовий рейтинг - 60 б або вище.

- **Залікова семестрова контрольна робота** пропонується у разі набору студентом недостатньої для семестрової атестації кількості балів (від 50 до 59 балів) або при незгоді студентом з кількістю балів набраних протягом семестру.
- Попередній рейтинг здобувача (за винятком балів за РГР) скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи (відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського наказ №НОН/131/2022 від 03.05.2022 р.).
- Питання які виносяться на залікову контрольну роботу наведені в п. 9.

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи:

Залікова контрольна робота складається з 2 завдань.

- Правильна відповідь на кожне оцінюється в 40 балів (2 x 40=80 балів).
- Шкала оцінювання кожного із 2 завдань:
- 0 – завдання не виконано;
- 4-12 – завдання не виконано (на 30%) вірна.
- 16-24 – завдання не виконано (на 60%) вірна.
- 28-36 – завдання не виконано (на 90%) вірна.
- 40 - завдання виконано правильно.

Величина шкали залікової контрольної роботи R2 = 80 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

При дистанційному або змішаному навчанні робота проводиться за комп'ютерами в програмі SolidWorks. Лекції проводяться онлайн через Google Meet з демонстрацією, або в аудиторії корпусу при офланн навчанні. Комп'ютерні практикуми можуть походити оффлайн в комп'ютерному класі, або онлайн на комп'ютерах студентів через Google Meet.

Тематика завдань на РГР:

Створення параметричної 3D моделі пальника TIG;
 Створення параметричної 3D моделі пальника MIG-MAG;
 Створення параметричної 3D моделі механізму подачі дроту 1,2 мм MIG-MAG;
 Створення параметричної 3D моделі механізму подачі дроту 0,6 мм MIG-MAG;
 Створення параметричної 3D моделі механізму подачі дроту 0,8 мм MIG-MAG;
 Створення параметричної 3D моделі механізму подачі дроту TIG із присадкою 1,2 мм;
 Створення параметричної 3D моделі механізму подачі дроту TIG із присадкою 0,6 мм;
 Створення параметричної 3D моделі правильного механізму для дроту 3 мм;
 Створення параметричної 3D моделі правильного механізму для дроту 6 мм;
 Створення параметричної 3D моделі основи для лазерної оптичної системи;

Створення параметричної 3D моделі механізму переміщення TIG пальника;
Створення параметричної 3D моделі механізму переміщення MIG-MAG пальника;
Створення параметричної 3D моделі механізму переміщення лазерного дзеркала;
Створення параметричної 3D моделі стілу для плазмового (лазерного) різання ;
Створення параметричної 3D моделі 3D принтера по металу для друку деталей 200*200*200мм;
Створення параметричної 3D моделі ЧПК верстату для обробки деталей 400*200*300мм.

Перелік завдань для підготовки до МКР:

Параметрична 3D модель корпусу шарового крана;
Параметрична 3D модель цанги до TIG пальника;
Параметрична 3D модель корпусу до TIG пальника ;
Параметрична 3D модель сопла до TIG пальника;
Параметрична 3D модель сопла до MIG-MAG пальника;
Параметрична 3D модель корпусу до MIG-MAG пальника;
Параметрична 3D модель мундштука до MIG-MAG пальника;
Параметрична 3D модель ролика до правильного механізму дроту 3мм;
Параметрична 3D модель корпусу до правильного механізму дроту 3мм ;
Параметрична 3D модель механізму переміщення пальника по осі X для плазмового (лазерного) різання;
Параметрична 3D модель механізму переміщення пальника по осі Z для плазмового (лазерного) різання;
Параметрична 3D модель механізму переміщення пальника по осі Y для плазмового (лазерного) різання.

Перелік завдань для підготовки до заліку:

Параметрична 3D модель цанги до TIG пальника та креслення;
Параметрична 3D модель корпусу до TIG пальника та креслення;
Параметрична 3D модель сопла до TIG пальника та креслення;
Параметрична 3D модель сопла до MIG-MAG пальника та креслення;
Параметрична 3D модель корпусу до MIG-MAG пальника та креслення;
Параметрична 3D модель мундштука до MIG-MAG пальника та креслення;
Параметрична 3D модель ролика до правильного механізму дроту 3 мм та креслення;
Параметрична 3D модель корпусу до правильного механізму дроту 6 мм та креслення;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н, старшим викладачем Мінаковим Антоном Сергійовичем.

Ухвалено кафедрою зварювального виробництва (протокол №6 від 18.11.23)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №05/23 від 11.12.23)