



СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна/заочна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів /150 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., с.н.с, Гришанова Ірина Аркадіївна, irgryshanova@gmail.com д.т.н., доцент Киричук Юрій Володимирович Практичні: к.т.н., с.н.с, Гришанова Ірина Аркадіївна, irgryshanova@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTM3MjM0Mjg4Nzk5?cjc=enk6jt5

Програманавчальної дисципліни

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

Дисципліна «Системи автоматизованого проектування в приладобудуванні» вивчає основи створення проектів технічних об'єктів (приладів або елементів) з допомогою ЕОМ, починаючи від зародження ідеї і закінчуючи їхніми розрахунками і дослідженнями. Такий спосіб автоматизованого проектування дозволяє зменшити вартість створення виробу і покращити його якість. Система автоматизованого проектування дає можливість створювати вироби будь-якої складності, а також розробляти проектно-конструкторську документацію (моделювання деталей і складальних одиниць, креслення, аналіз, оптимізація конструкції, тощо).

Дисципліна забезпечує підготовку фахівців приладобудівного профілю, здатних до комплексного розв'язання складних задач розробки та використання приладів, нових інформаційних технологій для автоматизації діяльності при виконанні різноманітних досліджень у сфері приладобудування.

Предметом дисципліни є отримання інформації про загальну структуру систем автоматизованого проектування, їхні особливості, вимоги, що до них висуваються, оцінка ефективності, автоматизація розрахунків, включаючи параметричні дослідження.

Навчальна дисципліна «Системи автоматизованого проектування в приладобудуванні» разом з іншими навчальними дисциплінами забезпечує формування фахових компетентностей в рамках спеціальності.

Компетентності, які студент отримає під час вивчення дисципліни:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

- Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів

Здатність до розрахунку, проектування та конструювання у відповідності з технічним завданням типових систем, приладів, деталей та вузлів на схмотехнічному та елементному рівнях з використанням засобів комп'ютерного проектування

Програмні результати навчання:

- Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.
- Вміти використовувати засоби комп'ютерного проектування для розрахунку, проектування та конструювання, у відповідності з технічним завданням, типових систем, приладів, деталей та вузлів на схмотехнічному та елементному рівнях

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

Дисципліна «Системи автоматизованого проектування в приладобудуванні» належить до нормативних дисциплін циклу «Професійної підготовки» і базується на знаннях з фізики, конструювання елементів приладів автоматизованих систем, технології приладобудування. Отримані знання та уміння дають міцне підґрунтя для подальшого проходження практики студентами на підприємствах приладобудівного профілю та підчас дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до курсу. Огляд сучасних систем автоматизованого проектування.

Тема 1. Концепції та ідеї курсу. Системи автоматизованого проектування (САПР) в приладобудуванні.

Тема 2. Структура програмного забезпечення САПР на базі ANSYS. Сімейство продуктів ANSYS.

Розділ 2. Автоматизоване проектування на базі ANSYS Workbench.

Тема 3. Моделювання статичних процесів: послідовність розв'язання задачі

Тема 4. Препроцесор.

Тема 5. Моделювання теплових процесів.

Тема 6. Моделювання вільних механічних коливань в різноманітних процесах і системах.

Тема 7. Моделювання гідрогазодинамічних процесів.

Розділ 3. Постпроцесінг і оптимізація.

Тема 8. Результати і постпроцесінг

Тема 9. Параметричні дослідження. Оптимізація

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові

1. Гришанова, І.А. Розв'язок задач проектування приладів та систем з використанням ANSYS і MATHCAD [Текст]: підручник / І. А. Гришанова, Л. П. Згуровська, Ю. В. Киричук. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 180 с.

2. Гришанова, І.А. Системи CAD/CAE. ANSYS FLUENT [Текст]: підруч. для вузів / І. А. Гришанова, І. В. Коробко. – К.: Дія ЛТД, 2012. – 208 с.

Додаткові

4. *ANSYS Workbench 2021 R1: A Tutorial Approach / Prof. Sham Tickoo Purdue Univ. and CAD/CIM Technologies.* - CAD/CIM Technologies, 2021. – 496 p.
5. *Huei-Huang Lee Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 2019/ Lee Huei-Huang.* - SDC Publications, 2019. – 614 p.
6. *Kent Lawrence ANSYS Tutorial Release 2020 / Lawrence Kent.* - SDC Publications, 2020. - 190 p.
7. *Saeed Moaveni Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS / Moaveni Saeed.* - Pearson, 2014. - 936 p.

Інформаційні ресурси

1. Сайт компанії ANSYS, Inc. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ansys.com/>. – Назва з екрана. – Мова англ.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

Розділ 1. Вступ до курсу. Огляд сучасних систем автоматизованого проектування.

Тема 1. Концепції та ідеї курсу. Системи автоматизованого проектування (САПР) в приладобудуванні.

Лекція 1. Системи автоматизованого проектування. Загальний огляд

Мета і завдання дисципліни. Що таке САПР. Короткий огляд сучасних систем автоматизованого проектування. Поняття “CAD”, “CAE”, “CAM”. Типи САПР. Структура САПР. Класифікація САПР.

Розвиток САПР. Приклади CAE/CAD систем, можливості пакетів, їхнє використання в різних галузях науки і техніки, зокрема приладобудуванні. Етапи розв’язання задач, планування чисельного експерименту.

Зміст і місце дисципліни у навчальному процесі. Джерела інформації, які рекомендуються для успішного вивчення дисципліни.

Тема 2. Структура програмного забезпечення САПР на базі ANSYS. Сімейство продуктів ANSYS.

Лекція 2. Частина 1. Ознайомлення з інтерфейсом ANSYS Workbench.

Компоненти інтерфейсу користувача. Найбільш часто використовувані команди меню. 4 набори інструментів. Налаштування. Майстер розрахунків. Формування дерева проекту. Список функцій майстра розрахунків.

Лекція 2. Частина 2. Сімейство продуктів ANSYS для моделювання різноманітних процесів і систем. Характеристика і особливості використання наступних модулів ANSYS: Professional, Structural, Mechanical, Multiphysical, Emag, LS-DYNA, ICEM CFD, CFX, Workbench, PrepPost, Design Modeler.

Розділ 2. Автоматизоване проектування на базі ANSYS Workbench.

Тема 3. Моделювання статичних процесів: послідовність розв’язання задачі

Лекція 3. Геометрична і сіткова моделі. Чисельне дослідження процесів і систем.

Геометрична і сіткова моделі. Послідовність розв’язання задачі: 4 основних етапи. Основні кроки конструкційного аналізу. Завдання властивостей матеріалів. Закріплення і навантаження моделі.

Вибір солвера. Проведення розрахунку. Аналіз отриманих результатів. Огляд і аналіз чисельних можливостей програмного комплексу ANSYS.

Тема 4. Препроцесор.

Лекція 4. Препроцесорна підготовка моделі до розрахунку. Контактні умови.

Геометрична модель. Твердотільні моделі. Оболонки. Лінійні тіла. Складові деталі. Сітка складових деталей. Контакт твердих тіл. Контактні елементи. Візуалізація контакту. Перегляд контактів. Контактні поверхні. Вибір скритих поверхонь. Перевизначення контактів. Переименування контактів. Редагування контактів. Контакт: розширені можливості. Пошук контакту. Контакт деталей 2D. Контакт складових деталей. Контакт оболонок

Лекція 5. Генерація сітки, як основи успішного моделювання процесів і систем.

Генерація сітки. Щільність сітки, її змінення. Опції змінення щільності сітки. Контроль форми елементів. Локальне змінення сітки. Генерація сітки за розміткою. Сітка на подібних поверхнях. Зміна сітки в збірці. Сітка в тонких деталях. Гексагональна сітка. Відмови при генеруванні сітки. Оцінка якості сітки.

Тема 5. Моделювання теплових процесів.

Лекція 6. Задачі і модель теплового аналізу процесів і систем.

Задачі теплового аналізу. Стаціонарна теплопередача. Фізична модель. Фізичний фільтр. Геометричні моделі. Оболонки і балки. Властивості матеріалів. Збірка – контакт твердих тіл. Модель контакту. Контакт і тепловий аналіз. Тепловий потік. Типи контакту. Область захоплення. Контактна теплопровідність. Ідеальний контакт. Обмежена теплопровідність. Зв'язаний контакт. Контакт поверхневих тіл. Контакт по ребрах. Теплові навантаження. Види теплових навантажень. Адіабатичні умови. Теплові граничні умови. Конвекція. Температурно-залежна конвекція. Коефіцієнт тепловіддання.

Тема 6. Моделювання вільних механічних коливань в різноманітних процесах і системах.

Лекція 7. Модальний аналіз.

Модальний аналіз. Вільні механічні коливання. Власна частота коливань. Послідовність модального аналізу. Геометрична модель. Властивості матеріалів. Контактні умови. Опції контакту. Опції розрахунку. Навантаження і закріплення. Розрахункові параметри. Розрахункові моди. Опції солвера. Створення сітки і розв'язок. Перегляд результатів. Розгляд прикладу.

Тема 7. Моделювання гідрогазодинамічних процесів.

Лекція 8. Моделювання гідрогазодинамічних процесів.

Компоненти інтерфейсу користувача в ANSYS CFX. Найбільш часто використовувані команди меню. Набори інструментів. Налаштування. Майстер розрахунків. Формування дерева проекту. Список функцій майстра розрахунків. Визначення властивостей домену. Загальні установки. Моделі домену. Рух домену. Деформація сітки. Типи доменів. Матеріали середовищ, однофазних і багатофазних. Введення початкових даних. Використання результатів попереднього ітераційного процесу. Солвер. Редагування параметрів солвера. Опції і схеми солвера. Критерії збіжності розв'язку. Створення додаткових областей в рамках домену для аналізу результатів. Типи цих областей. Інші графічні об'єкти.

Розділ 3. Постпроцесінг і оптимізація.

Тема 8. Результати і постпроцесінг.

Тема 9. Параметричні дослідження. Оптимізація

Лекція 9. Результати і постпроцесінг. CAD і параметри. Оптимізація в ANSYS

Гібридний і консервативний аналізи отриманих результатів. Створення змінних і функцій користувача. Калькулятор змінних і функцій. Таблиці і графіки. Формування звіту. Розгляд прикладу. CAD імпортування. Визначення параметрів в Workbench. Використання параметричного простору. Оновлення CAD параметрів.

Практичні заняття

Основні завдання циклу комп'ютерного практикуму полягають в тому, щоб навчити студентів основам застосування технологій комп'ютерного проектування і аналізу, як невід'ємної частини САПР, і відпрацювати з ними підходи до розв'язання різноманітних практичних задач в рамках цієї тематики.

Розділ 2. Автоматизоване проектування на базі ANSYS Workbench.

Тема 3. Моделювання статичних процесів: послідовність розв'язання задачі

Практикум 1. Вступ до ANSYS Mechanical

Мета: Використовуючи інструмент Stress Wizard, зробити постановку задачі і її розв'язок на предмет отримання напружень в моделі, відхилень, а також оцінки запасу міцності.

Тема 4. Препроцесор.

Практикум 2. Аналіз взаємодії зубчастого колеса і рейки

Мета:

- Розробити прес, здатний створювати зусилля 2500 Н, що діє на рейку.

- *Визначити рухаючий момент на зубчастому колесі, завдяки якому створюється зазначене вище зусилля.*
- *Використати параметр “Remote Displacement”, щоб обмежити рух зубчастого колеса (замість опції fixed support).*

Практикум 3. Контроль за побудовою сітки

Мета: навчитися використовувати техніки побудови сітки на збірці.

Практикум 4. Контроль за побудовою сітки-2

Мета: використовуючи різні техніки, покращити сітку для запропонованої моделі.

Практикум 5. Контроль зміщення контактів

Мета: ознайомлення з контактною взаємодією на прикладі збірки крана з поршнем

Практикум 6. Використання шарнірів

Мета: використати шарніри для поєднання деяких деталей в збірці, як альтернативу контактам

Тема 5. Моделювання теплових процесів.

Практикум 7. Стаціонарний термоаналіз

Мета: проаналізувати кожух насоса на предмет характеристик теплопередачі за умови виготовлення кожуха з алюмінію і пластмаси та порівняти результати.

Тема 6. Моделювання вільних механічних коливань в різноманітних процесах і системах.

Практикум 8. Аналіз вільних вібрацій

Мета: дослідити вібраційні характеристики машинної рамки, використати модальний аналіз, змінюючи точки закріплення рамки

Тема 7. Моделювання гідрогазодинамічних процесів.

Практикум 9. Охолодження електронної плати (компонентів на платі)

Мета: дослідити явище теплового розсіювання від електронних пристроїв.

Розділ 3. Постпроцесінг і оптимізація.

Тема 9. Параметричні дослідження. Оптимізація

Практикум 10. Параметризація

Мета: використовуючи параметричний простір, дослідити до яких сценаріїв може призвести зміна тих чи інших величин конструкції і навчитися обирати оптимальний варіант у відповідності до поставленого критерію.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів містить в собі підготовку до аудиторних занять, роз’язок задач з комп’ютерних практикумів.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лекційних занять	21
2.	Підготовка до виконання комп’ютерних практикумів	21
4.	Підготовка до екзамену	36
	Всього годин	78

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які висуваються до студентів:

- *Відвідування занять (як лекцій, так і практичних) є обов’язковим; в разі дистанційного навчання студент має бути постійно на зв’язку з викладачем, звітувати про виконані завдання на практичних заняттях.*
- *Правила поведінки на заняттях передбачають активну творчу роботу студента із відповідним здобуттям балів.*

- В кінці практичного заняття студент повинен показати викладачу результати своєї роботи і дочекатися відмітки у відомості про виконання, якщо передбачалося самостійне виконання завдань;
- Штрафні бали призначатимуться за відсутність на практичному занятті без поважної причини (1 бал);
- Політика щодо академічної доброчесності відповідає політиці академічної доброчесності по НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського».

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

Рейтинг студента з дисципліни впродовж семестра складається з балів, що він отримує за десять комп'ютерних практикумів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1.Робота на практичних заняттях

Ваговий бал кожного практикуму – 7. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 7балів x 10 = 70 балів.

Студент отримує 7 балів за практикум, якщо робота виконана правильно, самостійно і вчасно.

Студент може отримати 5-6 балів, якщо практикум виконано правильно і самостійно, але з затримкою на одне або два заняття.

5-6 балів також можна отримати, якщо практикум виконано вчасно і самостійно, але результати містять незначні помилки.

3-4 бали студент отримує в разі помилок в результатах, несвоєчасному виконанні та\або виконанні роботи з підказками викладача.

2 бали студент отримує, якщо надано невірні результати, робота виконана несвоєчасно (з затримкою більше ніж на 3 заняття без поважної причини)

1 бал студент отримує, якщо робота була виконана переважно за участю викладача, в кінці семестру, тобто з порушенням всіх термінів виконання практикумів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$rC = 10 \cdot 7 = 70$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R = rC + rE = 70 + 30 = 100$ балів.

За результатами навчання впродовж семестру «ідеальний студент» має набрати 70 балів.

На 1-й атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20.

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг (rC) не менше 40 % від rC, тобто 28 балів.

Виходячи з розміру шкали $rE = 30$ балів, критерії екзаменаційного оцінювання будуть такими.

В білеті буде 3 запитання, кожне з яких оцінюватиметься максимально по 10 балів.

Повністю правильна відповідь на кожне з запитань заслуговує 10 балів, якщо допущені 1-2 несуттєвих помилки, відповідь заслуговує 8-9 балів. Якщо у відповідях є 1-2 суттєві помилки, відповідь заслуговує 6-7 балів. Якщо хід відповіді не вірний, але спроба була зроблена, студент може розраховувати на 3-5 балів в залежності від складності запитання.

1-2 бали студент отримує, якщо не дивлячись на неправильну відповідь, представлену в роботі, студент правильно відповідає на наштовхуючі запитання викладача.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка $RD = rC + rE$ переводиться згідно з таблицею:

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)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (екзамен) додається окремо.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри АСНК, к.т.н., с.н.с, Гришановою Іриною Аркадіївною

Завідувачем кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю, д.т.н., доцент

Киричуком Юрієм Володимировичем

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 23 від 07.07.2022)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)