

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ММІ

_____ І.А.Гришко

« ____ » _____ 2021р.

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВІАБУДУВАННЯ
ЗАСОБАМИ ПРОГРАМ САТІА»

(назва навчальної дисципліни)

підготовки	<i>PhD</i>
з галузі знань	(назва освітнього рівня) <i>13 Механічна інженерія</i>
спеціальності	(шифр і назва) <i><u>131 Прикладна механіка</u></i> (шифр і назва)
форми навчання	(назва) <i>Денна</i> (денна/заочна)
(Шифр за ОПІ ЗВ 3)	

Київ 2021 рік

Дисципліна **«Інформаційні технології авіабудування засобами програм САТІА»** за спеціальністю 131 Прикладна механіка нормативної частини програми за вибором вищого навчального закладу. Метою навчальної дисципліни є формування у магістрів компетенцій та професійної здатності майбутньої самостійності фахової діяльності по практичному застосуванню сучасних методів та комп'ютерних технологій в чисельних розрахунках машин і конструкцій, з урахуванням нелінійного характеру деформування, накопичення пошкоджень матеріалів та деградації жорсткості, інформаційних систем та технологій авіабудування для дослідження динаміки, міцності та надійності конструкцій різного функціонального призначення в процесах керування життєвим циклом їх виробництва.

Мета викладання.

Практичне застосування математичних методів та програмних засобів САТІА, які дозволяють розв'язувати задачі прикладної механіки науково-інженерного характеру на основі сучасних інформаційних CALS-технологій в середовищі програмного забезпечення для 3D-проектування, інженерного аналізу та дизайну САТІА V5 та САТІА V6, які включають: - розробку цифрових моделей виробів авіабудування, - чисельні розрахунки імітаційних моделей в інженерії виробів авіабудування (Engineering analysis); - аналіз їх несучої спроможності (Safety analysis). Використовувати сучасний інструментарій (створення, вибір і застосування відповідних інформаційних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування й моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності за спеціальністю.

Основні задачі викладання дисципліни (предмет вивчення).

1. Розуміти, аналізувати і використовувати у професійній діяльності інформаційні та інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Прикладна механіка»; інтерпретувати і впроваджувати результати таких досліджень.
2. Застосовувати функціональні можливості єдиного інформаційного середовища для автоматизованого проектування, конструювання та інженерного аналізу технічних систем з використанням засобів САТІА V5/V6.
3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання з прикладної механіки та інформаційних технологій, набуті у процесі навчання та професійної діяльності, у тому числі знання і розуміння новітніх досягнень, які забезпечують здатність до інноваційної та дослідницької діяльності.

4. Вміти поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань авіабудування.
5. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення складних інженерних завдань з використанням чисельних методів.
6. Здатність до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду в галузі авіабудування.
7. Здатність розробляти алгоритми розрахунків і проводити дослідження при проектуванні несучої спроможності конструкцій у галузі авіа- та машинобудування з використанням сучасних CAD/CAM/CAE інформаційних систем та технологій.
8. Вивчення інтерфейсу систем CATIA V5/V6 та виконання індивідуальних завдань для створення креслень, ескізів та збірок деталей механічних систем.
9. Застосування інформаційних технологій та алгоритмів чисельних розрахунків на міцність, жорсткість, стійкість конструкцій та функціональну надійність машин при термосилових навантаженнях різної фізичної природи в учбових версіях систем високого рівня CATIA V5/V6.

Результати вивчення дисципліни (засвоєні компетенції).

Дисципліна дає студенту та майбутньому фахівцю засвоєння практичних навичок по застосуванню інформаційних технологій та систем в інженерії виробів авіабудування. Використання побудованих на їх основі алгоритмів, що реалізовані в універсальних автоматизованих системах для 3D-проектування, інженерного аналізу та дизайну CATIA V5 / CATIA V6 ® Academic. Набутий досвід та отримані знання з інформаційних технологій та систем широко застосовуються в практичній діяльності фахівців в сучасних підприємствах авіабудування та інших галузях промисловості (мехатроніка, машинобудування та інших).

За результатами вивчення навчальної дисципліни студенти мають опанувати інформаційні технології проектування і розрахунку конструкцій, здобути практичні навички з використання єдиного інформаційного середовища проектування та інженерного аналізу і виготовлення елементів конструкцій складних технічних систем з використанням CALS-технологій, функціонального забезпечення програмного коду CATIA V5/V6 для проведення чисельних розв'язків задач конструкційної міцності та динаміки, проекційно-сіткових методів для розв'язання прикладних задач, застосування

CAD/CAE засобів системи CATIA V5/V6 для автоматизації виконання інженерних робіт, галузевих стандартів при проектуванні та оцінці несучої спроможності конструкцій.

Перелік знань, вмінь і навичок.

В результаті освоєння дисципліни студент повинен:

Знати: – основи прикладної механіки; - чисельні та аналітичні методи розрахунку міцності, жорсткості, стійкості та довговічності елементів конструкцій і машин; – основні види термосилових і кінематичних навантажень конструкцій і машин та їх просторово-часові особливості; – фізико-механічні властивості матеріалів; – види кінематичних та жорсткісних сполучень деталей; – вимоги галузевих стандартів, що пред'являються при розробці виробів.

Вміти: – аналізувати і розробляти структурні та кінематичні схеми роботи механізмів і машин; – розробляти розрахункові схеми авіаційних конструкцій та 3D цифрові імітаційні моделі для оцінки несучої здатності типових виробів; – виконувати кінематичний аналіз роботи механізмів; – ідентифікувати фізико-механічні властивості матеріалів конструкцій для їх імітаційних моделей; – вибирати раціональний вид апроксимації жорсткісних та інерційно-масових характеристик в імітаційній моделі конструкції; – виконувати чисельні розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість елементів конструкцій із застосуванням інформаційних CALS технологій системи CATIA; – оформляти пояснювальну записку та робочі креслення типових конструкцій.

Володіти: – методами та інформаційними технологіями CATIA V5/V6 для виготовлення 3D цифрових імітаційних моделей конструкцій та оцінки їх несучої спроможності; – методами проектування типових конструкцій і механізмів з урахуванням умов забезпечення безпечної їх експлуатації.

Пререквізити.

Використовуються теоретичні концепції таких областей знань, як прикладна механіка та матеріалознавство, прикладна математика та інформаційні технології CAD/CAE систем, за допомогою яких обчислюються деформаційні характеристики конструкцій, механічні напруження їх структурних компонентів, сили реакцій опорних елементів, функціональна стабільність елементів конструкції для її життєвого циклу.

Постреквізити.

Отримати досвід використання інформаційних систем та технологій програмного коду CATIA V5/V6 в області комп'ютерного інжинірингу

виробів авіабудування. Вивчення можливостей єдиного інформаційного середовища проектування, інженерного аналізу і виготовлення елементів конструкцій складних технічних систем з використанням CALS-технологій. Набуття практичних навичок виконання автоматизації інженерних робіт в CAD/CAE системах високого рівня. Вивчення інтерфейсу систем CATIA V5 / CATIA V6 при застосування інформаційних технологій комп'ютерного проектування виробів з використанням проекційно-сіткових методів і аналізу їх несучої спроможності.

Структура курсу (комп'ютерний практикум за темами)

Тема 1. ЗВ'ЯЗОК CAD/CAM/CAE/PLM СИСТЕМ. МАТЕМАТИЧНІ КАЛЬКУЛЯТОРИ В СИСТЕМІ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ. ПОБУДОВА ПАРАМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТРЬОХВИМІРНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДОВІЛЬНОГО ВИДУ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. Параметричне дерево побудови, функції роботи з твердим тілом і поверхнею. Історія побудови моделі, покроковий перегляд, копіювання, вставка. Зміни геометрії, як в параметризованих, так і непараметризованих моделях, перетворювання поверхні і твердих тіл в типові елементи, занесення елементів в конструкторську базу даних.

Тема 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ МОДУЛЯ CAE (Computer Aided Engineering) системи CATIA V5/V6.

Статичний, кінематичний і динамічний аналіз механічних систем. Аналіз складних механічних систем з великими відносними переміщеннями. Побудова трьохвимірних сіток скінченних елементів. Калькулятори розрахунку задач міцності та динаміки механічних систем. Інженерний аналіз власних частот і форм коливань трьохвимірних конструктивних елементів довільного виду. Протокол даних чисельного експерименту для розрахунку задач статички та динаміки.

Тема 3. ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ. Загальні прийоми роботи над проектом. Загальні параметри. Параметри і одиниці проекту. Використання завантажень прототипів деталей.

Тема 4. СТВОРЕННЯ ЕСКІЗУ-SKETCHER І ГОЛОВНІ ЗАВДАННЯ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. РОБОЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ. Лінія. Дуга. Паз. Комплексний профіль. Розміри елементів ескізу. Створення з отриманого контуру ескізу тривимірної моделі.

Тема 5. СТВОРЕННЯ ДЕТАЛІ - PART DESIGN. ГОЛОВНІ ЗАВДАННЯ. ВХІД В СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛІ - PART DESIGN. Додавання матеріалу. Нахил поверхонь. Закруглення граней. Редагування деталі. Дзеркальне відображення деталі. Створення ескізу кола на поверхні. Створення вирізу. Отримання тонкостінної деталі зі створеної заготовки.

Тема 6. ЗБІРКА ДЕТАЛЕЙ - ASSEMBLY DESIGN І ГОЛОВНІ ЗАВДАННЯ. ВХІД В РОБОЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ. Фіксація компонента. Введення наявного компонента. Налаштування обмежень. Переміщення. Додавання та перейменування нового компонента. Проектування деталі.

Заміна компонента. Аналіз обмежень. Заміна обмежень. Виявлення конфліктів. Редагування компонента. Специфікація. Рознесена збірка деталей. Редагування параметрів.

Тема 7. СТВОРЕННЯ СТИНОК НА ТВЕРДОТІЛЬНІЙ МОДЕЛІ - SHEET METAL PRODUCTION. Головні завдання. Вхід в робоче середовище. Розпізнання стінок. Використання програми для створення вигинів. Розгортка деталі. Перевірка на нахлест. Збереження у форматах DXF, STEP.

Тема 8. СТВОРЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСНОЇ КОНСТРУКЦІЇ - WIREFRAME AND SURFACE І ГОЛОВНІ ЗАВДАННЯ. Вхід в робоче середовище. Створення каркасною геометрії. Створення першого контуру. Побудова поверхні по перетинах. Створення другого контуру. Об'єднання поверхонь.

Тема 9. CAE СИСТЕМА. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ CATIA. Приклад аналізу напруженого стану сполучених елементів композитних конструкцій в полі гравітаційних та інерційних сил.

Тема 10. ПОБУДОВА ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ CATIA V5/V6. Основні функції системи, - побудова ескізу та моделі, - імпорт моделей конструкцій, - завдання механічних властивостей матеріалів, - завдання силових навантажень і кінематичних обмежень, чисельні розрахунки задач механіки, - графічне зображення полів напружень та деформацій для моделі конструкції у деформованому стані.

Тема 11. CATIA V5/V6. ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПІДТРИМКА ФУНКЦІЙ ГЕНЕРАТОРА СІТКИ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ. Перевірка якості сітки скінченних елементів в системі CATIA V5. Критерії збіжності чисельних розрахунків.

Тема 12. CAE СИСТЕМИ. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. Приклад застосування Р-методу для уточнення розрахунків плоского пружно-деформованого стану пластини з отвором.

Тема 13. CAE СИСТЕМИ. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. Приклад застосування h-методу для уточнення розрахунків пружно-деформованого стану пластин та оболонок з отвором.

Тема 14. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. Постпроцесорна обробка даних результатів розрахунків (графіки, перетини тіл, векторні та скалярні поля переміщень, деформацій та напружень, калькулятор функцій, розрахунки зусиль).

Тема 15. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. Приклад розрахунку динамічних характеристик збірки конструктивних елементів. визначення власних частот та форм коливань. Результати частотного аналізу та графічна інтерпретація результатів розрахунків.

Тема 16. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ CATIA V5/V6. Приклад аналізу напружень та деформацій контактуючих елементів конструкцій механічної системи при силових та кінематичних навантаженнях.

Тема 17. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ В ПРОГРАМАХ ANSYS WB. Приклад розв'язку задач термопружності з аналізом термічних напружень.

Тема 18. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ ПРУЖНО СТАНУ КОМПОЗИТНИХ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ САТІА V5/V6. База даних механічних властивостей матеріалів. Приклад аналізу пружно-пластичного стану моделі пластин та об'ємних конструкцій при силовому навантаженні.

Тема 19. ТВЕРДОТІЛЬНЕ ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РУХУ КОНТАКТУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМИ САТІА V5/V6. Чисельні розрахунки зусиль, напружень та деформацій.

Тема 20. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ КВАЗІСТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ В СИСТЕМІ САТІА V5/V6. Чисельні розрахунки деформацій та напружень для структурних елементів авіаційних конструкцій.

Тема 21. ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ В СИСТЕМІ САТІА V5/V6. Приклад розрахунку параметризованих об'єктів фермових конструкцій під дією силових навантажень.

Навчальні матеріали та ресурси.

1. Цибенко, О. С. Імітаційне моделювання електротермомеханічних процесів в деформівних середовищах. Частина 1. Початково-крайові задачі електротермомеханіки. Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступенів магістра та доктора філософії за спеціальністю 131 Прикладна механіка галузі знань «Механічна інженерія» / О. С. Цибенко, М. Г. Крищук; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 81 с.. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42279>
2. CAD/CAM/CAE/PDM системи та інформаційні CALS-технології для автоматизованих інженерних розрахунків у машинобудуванні / О.С.Цибенко, М.Г. Крищук. Методичні вказівки до вивчення дисциплін «Сучасні технології проектування» та «Системи автоматизованих інженерних розрахунків», НТУУ «КПІ», 2008.–90с
3. Робота в програмному продукті САТІА. Загальні відомості. Методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму з дисципліни «Інформаційні технології та системи авіабудування» та «Сучасні системи проектування» / М.Г. Крищук, А.В. Трубін, Н.Ф. Тертишна, В.О. Єщенко – К.: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2017. – Частина 1. - 78 с. [Електронний ресурс]: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20081>
4. Проектування виробів в системі САТІА. Створення ескізів в модулі "Sketcher": Методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму з дисципліни «Інформаційні технології та системи авіабудування» та «Сучасні системи проектування»/ М. Г. Крищук, А. В. Трубін, Н. Ф. Тертишна, В. О. Єщенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, ДП "КБ "Південне" ім. М. К. Янгеля". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – Частина 2. – 102 с. [Електронний ресурс]: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20082>
5. Проектування моделей деталей засобами програмного продукту САТІА. Методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму з дисципліни «Інформаційні технології та системи авіабудування» та «Сучасні системи проектування» / М. Г. Крищук, А. В. Трубін, Н. Ф. Тертишна, В. О. Єщенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, ДП "КБ "Південне" ім. М. К. Янгеля". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – Частина 3. – 112 с. [Електронний ресурс]: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20083>
6. Скінченно-елементна дискретизація моделей деталей засобами програмного продукту САТІА / М. Г. Крищук, А. В. Трубін, Н. Ф. Тертишна, В. О. Єщенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, ДП "КБ "Південне" ім. М. К. Янгеля". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – Частина 4. – 93 с. [Електронний ресурс]: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20084>
7. Басов К.А. САТІА V5. Геометрическое моделирование. – М.: ДМК Пресс: СПб: Питер, 2008. - 269с.

8. Литвинов В.Н. **Заметающие поверхности (Swept Surfaces) в CATIA.** OZON.RU. 2013. - 176с
9. Шимкович Д.Г. **Расчет конструкций в MSC.visualNastran for Windows.**–М.: ДМК Пресс, 2005.–704с
10. **Solid Works 2007/2008.** “Компьютерное моделирование в инженерной практике” // Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. и др. – БХВ-Петербург. 2007
11. **Оптимізація вузлів і деталей верстатів та машин за допомогою модуля "Аналіз напружень" Autodesk Inventor:** Навч. посібник / В.М. Гейчук, К.М. Рудаков. – К.: НТУУ "КПІ", 2016. – 176 с. [Електронний ресурс]: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15414>
12. **Теорія коливань і стійкості руху.** Підручник / Василенко М.В., Алексейчук О.М..- К.: Вища школа, 1993 – 655с
13. **Опір матеріалів** Підручник / Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. - К.: Вища школа, 2008.- 655с
14. **Теорія пружності .** Частина 1. Підручник / Бабенко А.Є., Бобир М.І., Бойко С.Л., Боронко О.О.- Основа, 2009.- 244с

ЛІТЕРАТУРА ДОДАТКОВА.

1. Федоренков А.П., Басов К.А. **AutoCAD 2000. Практический курс** – М.: ДЕССКОМ, 2000, – 432с
2. Басов К.А. **Совместная работа в системах CAD и ANSYS** / Под общ ред. Д.Г.Красковского.– М.: Компьютер Пресс, 2002 – 350с.
3. Зенкевич О., Морган К. **Конечные элементы и аппроксимация:** Пер. с англ. – М.:Мир, 1986.– 318с

Навчальний контент.

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента).

Надається інформація (за темами) на всі навчальні заняття (лабораторні заняття комп'ютерного практикуму) та рекомендації щодо їх засвоєння (деталізованих сценарієв тестових та прикладних задач кожного заняття та запланованої роботи).

Самостійна робота студента.

Зазначаються види розділів навчальних посібників з теоретичним матеріалом для проведення імітаційного моделювання та розрахунків авіаційних та машинобудівних конструкцій за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, наводяться приклади розв'язків типових задач геометричного моделювання та інженерного аналізу конструкцій та машин, що наведені на порталі YouTube та опубліковані в наукових статтях, презентаціях.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання.

Поточний контроль: експрес-опитування за темою заняття.

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

Семестровий контроль: екзамен.

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

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (додаток до силабусу).

Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Професор, д.т.н., професор Крищук М.Г.

(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПІБ)

(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів

Протокол № ____ від «__» _____ 2021 року

Завідувача кафедри

(підпис)

С.О. Пискунов
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2021 р.

Погоджено методичною комісією факультету (протокол № __ від _____).