



КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОЄМНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ. КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1.

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Прикладна механіка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>1.5 кредиту (45 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>В розкладі не передбачено. Консультації з керівником протягом семестру. Час та дата визначаються окремо з кожною групою.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>проф, д.т.н., Крищук Микола Георгійович, krys@ukr.net старший викладач Іщенко Олексій Антонович, i_94@ukr.net</i>
Профіль викладача	<i>http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/19-kryshchuk-mykola-heorhiiovych.html http://intellect.mmi-dmm.kpi.ua/profile/kmg12</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjU0NDk3MTMwOTU5?hl=ru&cjc=cikpg4m</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою освітнього компонента «Комп'ютерне моделювання в наукоємному машинобудуванні. Курсовий проект» є закріплення у студентів систематизованих знань щодо практичного застосування сучасних методів, інформаційних систем та комп'ютерних технологій в чисельних розрахунках машин і прототипів-аналогів імітаційних моделей конструкцій машинобудування, виготовлених з металевих та композитних матеріалів для різних видів термосилового навантаження, дослідженнях динаміки, міцності та надійності конструкцій різного функціонального призначення в процесах проектування та оцінки їх несучої спроможності.

Використання в курсовому проекті функціональних можливостей єдиного інформаційного середовища для автоматизованого проектування та інженерного аналізу технічних систем засобами учбових версій (<https://www.ansys.com/academic/students>) програмних систем **ANSYS APDL, ANSYS WorkBench, Spaceclaim WorkBench**, які включають: - розробку цифрових моделей виробів авіабудування, - чисельні розрахунки цифрових моделей в інженерії виробів машинобудування (**Engineering analysis**); - аналіз їх несучої спроможності (**Safety analysis**). Застосування сучасного інструментарію (створення, вибір і застосування відповідних

інформаційних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування й моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності за спеціальністю.

Предмет дисципліни.

Предметом дисципліни є засоби імітаційного моделювання конструкцій машинобудування, виготовлених з сучасних конструкційних матеріалів та фізичних процесів, яким вони піддаються під час експлуатації з використанням інформаційних систем та CAD/CAE технологій для автоматизації проектування технічних об'єктів.

Програмні результати навчання.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 2 Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

Спеціальні (фахові) компетентності (ФК)

ФК 2 Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК9 Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

Програмні результати навчання

РН 1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН 4 Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти та при вивченні дисципліни «Комп'ютерне моделювання у наукоємному машинобудуванні». Дисципліна є базою для вивчення дисциплін «Науково-дослідна практика» та «Виконання магістерської дисертації».

3. Зміст навчальної дисципліни

Зміст навчальної дисципліни полягає у набутті навичок практичного застосування сучасних методів, інформаційних систем та комп'ютерних технологій в чисельних розрахунках імітаційних моделей елементів конструкцій машинобудування, виготовлених з металевих та композитних матеріалів для різних видів термосилового навантаження і аналіз отриманих результатів з точки зору їх відповідності аналітичним моделям.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

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. [Електронний ресурс]: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/42279>
2. Крищук М.Г., Єценко В.О., Абрамов В.І. Комп'ютерний практикум з дисципліни «Інформаційні системи і технології машинобудування». Комп'ютерний практикум для самостійної підготовки студентів спеціальності «Прикладна механіка» за спеціалізацією «Інформаційні системи і технології машинобудування» - НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2017.–251с
 3. Проектування моделей деталей засобами програмного продукту CATIA. 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. Єценко ; 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>
 4. Оптимізація вузлів і деталей верстатів та машин за допомогою модуля "Анализ напряжений" 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>
 5. Механіка матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях усіх форм навчання / А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, С.М. Шукаєв, та ін.– К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.– 191 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19241>

Допоміжна література

1. 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.–90 с.
2. Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій / КПІ ім. Ігоря Сікорського; автори: К.С. Барандич, О.О. Подолян, М.М. Гладський. –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с. – https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45614/1/SAPR_KL.pdf
3. Пальчевський Б.О. Системи 3D моделювання: Навчальний посібник/ Пальчевський Б.О., Валецький, Б.П., Вараніцький Т.Л. / Луцьк:, 2016 – 176с. – Режим доступу: https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/3D%20pidruchnik_2016.pdf
4. <http://www.ansys.com/academic/students>
5. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume I. Procedure.
6. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume II. Command.
7. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume III. Elements.
8. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume VI. Theory.
9. Опір матеріалів. Підручник / Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. - К.: Вища школа, 2008.- 655
10. Теорія пружності . Частина 1. Підручник / Бабенко А.Є., Бобир М.І., Бойко С.Л., Боронко О.О.- Основа, 2009.- 244с
11. Рудаков К.М. Чисельні методи аналізу в динаміці та міцності конструкцій: Навч. посібник.– К.: НТУУ “КПІ”.– 2007.– 379с
12. Теорія коливань і стійкості руху. Підручник / Василенко М.В., Алексейчук О.М..- К.: Вища школа, 2004 – 655 с.
13. Методичні вказівки до виконання курсової і розрахунково-графічної робіт з дисципліни «Опір матеріалів» (завдання і приклади розрахунків) для студентів технічних напрямів підготовки усіх форм навчання/ Уклад.: А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, Г.Є. Візерська, О.П. Заховайко, С.І. Трубочев, В.А. Колодежний, А.М. Бабак. – К.: ІВК “Видавництво «Політехніка»”, 2010. – 108 с.
<http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichni-vkazivki.html>

14. Приклади розв'язання типових задач з опору матеріалів: Метод. вказівки до викон. курс. роботи з дисц. "Опір матеріалів" для студ. техн. спец. Усіх форм навчання / Уклад.: Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, О.П. Заховайко, Д.Ю. Шпак. – К.: ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2003. – Ч.І.- 68 с.
<http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichni-vkazivki.html>.
15. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: Підручник / М.С. Можаровський. – К.: Вища шк., 2002. – 308 с.

Зазначені джерела є у вільному доступі у бібліотеці, репозиторії бібліотеки КПІ ім. Ігоря Сікорського чи мережі інтернет.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Завдання на Курсовий проект видається індивідуально у вигляді варіанту (двозначного числа). Завдання знаходяться у методичних вказівках/завданнях до виконання курсового проекту з дисципліни.

Курсовий проект складається з 5 завдань з дослідження напружено-деформованого стану типових складових частин машинобудівних конструкцій, які є об'єктами моделювання при проведенні практичних розрахунків.

Виконання курсового проекту здійснюється в режимі самостійної роботи із залученням, при необхідності, консультації викладача.

Індивідуальні консультації проводяться щотижня за розкладом розміщеним на кафедральному сайті <http://mmi-dmm.kpi.ua>, в розділі «Навчальний процес»- «Консультації»

<http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/pro-nas/%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9.html>

Перелік об'єктів моделювання та розрахункових завдань курсового проекту

№ з/п	Назва завдання
1	Тонкостінна сталева конструкція резервуару з пружними опорами заповнена рідиною. За наведеними у завданні проектними параметрами (механічних характеристик матеріалів та геометричних розмірів оболонки та опор резервуару), провести оцінку стійкості стиснутих стержнів опор та міцності оболонки під дією надлишкового тиску та гравітаційного навантаження.
2	Конструкція тонкостінної посудини з визначеними топологічними характеристиками, фізико-механічними властивостями матеріалу та пружними опорами. Провести проектну оцінку вібростійкості конструкції посудини на опорах під дією надлишкового тиску та гравітаційного навантаження за розрахунковими величинами динамічних характеристик, власних частот та форм гармонічних коливань.
3	Двохпорна сталевна балка з визначеним типом кінематичних опор та геометричної форми поперечного перерізу навантажена системою зосереджених зовнішніх сил просторового розташування. З умови міцності матеріалу балки визначити числові параметри безпечного поперечного перерізу балки, а з умови максимального опору деформаціям його просторове розташування і положення нейтральної лінії. Провести аналітичний та числовий розрахунок розподілу величин напружень та максимальних прогинів в балці з проектними параметрами.

4	Бетонна колона з визначеними характеристиками міцності матеріалу при розтягу-стиску знаходиться в умовах позацентрового стиску. Застосувати аналітичний та числовий метод визначення розподілу внутрішніх зусиль та провести розрахунок граничних величин силового навантаження для заданих проєктних величин геометричних розмірів колони та механічних характеристик матеріалів.
5	Просторова конструкція сполучених стержневих елементів, що обертаються з кутовою швидкістю навколо заданої вісі, визначена за топологічними даними та кінематичними опорами. Провести аналітичний та числовий розрахунок величин проєктного силового навантаження виробу з врахуванням відцентрових сил та сил інерції за критерієм міцності вибраного типу матеріалу сталі для структурних елементів конструкції.
6	Індивідуальні завдання по проєктуванню несучої спроможності конструкцій машинобудування при нестационарних силових навантаженнях.

Методика виконання курсового проєкту

№	Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час	
			Ауд.	СРС
1	1-2	Отримання варіанту завдання	-	-
2	3-4	Підбір та вивчення літератури	-	4
3	5-7	Створення розрахункових схем, геометричної моделі об'єктів розрахунків	-	4
4	8-9	Проведення розрахунків	-	6
5	10-12	Аналіз результатів розрахунків. При необхідності – переробка моделей та проведення додаткових розрахунків. Подання на перевірку розв'язків задач.	-	6
6	13-14	Оформлення теоретичної частини пояснювальної записки курсового проєкту: постановки крайових задач, описування методів їх розв'язування	-	4
7	14-15	Оформлення розрахункової частини курсового проєкту у вигляді таблиць, графіків та рисунків з результатами розрахунків та графічної частини (зображенням вихідних розрахункових схем об'єктів дослідження і основного результату)	-	6
8	16	Подання курсового проєкту на перевірку	-	-
9	17	Захист курсового проєкту	-	-

Вимоги до оформлення курсового проєкту

Викладення результатів виконання курсового проєкту має бути оформлене у вигляді пояснювальної записки та графічної частини загального креслення із зображенням вихідних розрахункових схем об'єктів дослідження і основного результату .

На початку кожної задачі відповідно до визначеного варіанту об'єкту дослідження кожної прикладної задачі наводиться графічне зображення розрахункової схеми (виконується із використанням креслярських засобів, в масштабі) із вихідними даними (геометричними розмірами, величинами прикладених навантажень), при необхідності дані про матеріал і його характеристики. Розв'язок задачі викладається послідовно, всі рівняння і результати аналітичних і чисельних розрахунків наводяться в порядку їх отримання. Кожна розрахункова схема і

стосовні до неї рівняння (або інші записи) розташовуються поряд на аркуші. В результатах для аналітичних і чисельних розв'язків мають бути зазначені розмірності вхідних та вихідних величин розрахунків. Оформлення опису об'єкту дослідження та результатів обчислень CAD\CAE програмних засобів.

При організації навчального процесу у дистанційному режимі розв'язки задач для поточної перевірки (консультацій) надаються викладачу у вигляді фотографії окремих сторінок заздалегідь обумовленим способом (електронна пошта, месенджери). Повністю виконаний і оформлений курсовий проект надається у вигляді єдиного файла (pdf або doc формату), який містить фотографічні зображення розв'язків всіх задач та графічної частини загального креслення із зображенням вихідних розрахункових схем об'єктів дослідження і основного результату у послідовності згідно вищенаведеної таблиці із переліком задач.

Платформа дистанційного навчання:

Для забезпечення комунікації в ході вивчення навчальної дисципліни, внаслідок введення військового стану використовується електронна пошта, електронний кампус КПІ, система Moodle та сервіс для проведення онлайн-нарад Zoom за допомогою яких:

- проводяться консультації або інші заняття;
- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку зі студентами стосовно навчальних завдань дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та їх оцінювання.

Регламент проведення семестрового контролю в дистанційному режимі <https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Reqlament%20semestr%20control.pdf>

Самостійна робота студента

Курсовий проект виконується як самостійна робота.

6. Політика навчальної дисципліни

Захист курсового проекту відбувається згідно календарного плану курсового проекту перед комісією. Склад комісії затверджується на засіданні кафедри.

Політика університету

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> (інша необхідна інформація стосовно академічної доброчесності)

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>

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

Студенти мають можливість протягом одного тижня після проведення контрольного заходу підняти будь-яке питання, яке стосується процедури їх оцінки. У разі незгоди з отриманим результатом студент повідомляє письмово викладача (на електронну пошту,

формат зазначення теми повідомлення: шифр групи, назва МП, оскарження результатів та надає обґрунтований текст заперечення).

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

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

Календарний контроль

Календарний контроль (атестація): проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Семестрова атестація

Рейтингова оцінка з курсового проекту має дві складові.

Перша (стартова) характеризує роботу студента з курсового проекту та її результат – реалізацію завдання в середовищі ANSYS, якість пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Друга складова характеризує якість захисту студентом курсового проекту.

Розмір шкали стартової складової дорівнює 60 балів, а складової захисту – 40 балів.

Правила захисту курсового проекту

Виконаний Курсовий проект для докладної перевірки пересилається викладачу на його електронну пошту у термін, призначений викладачем. Вірно виконаний та захищений Курсовий проект зараховується як прийнятий, про що студенту повідомляється у зручний спосіб, зокрема й за вимогою.

Види контролю та бали за кожен елемент контролю:

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Стартова складова	60	6	10	60
2.	Захист	40	4	10	40
Всього					100

Стартова складова:

1. Своєчасність виконання графіка роботи;
2. Правильність застосування методів аналізу і розрахунку;
3. Якість теоретичної та розрахункової частини;
4. Якість графічного матеріалу і дотримання вимог стандартів;

Складова захисту курсового проекту:

1. Якість доповіді;
2. Ступінь володіння матеріалом;
3. Ступінь обґрунтування прийнятих рішень;
4. Вміння захищати свою думку.

Умови допуску до семестрового контролю:

1. Виконання в повному обсязі завдання на курсовий проект.
2. Наявність оформленої пояснювальної записки до курсового проекту.

Таблиця відповідності рейтингових балів переводиться до залікової оцінки за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: д.т.н., проф. **Крищук М.Г.**, старший викладач **Іщенко О.А.**

Ухвалено кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № 15 від 26.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол № 11 від 28.06.2024 р.)