



КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОЄМНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ. КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

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)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>1.5 кредити (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 асистент Іщенко Олексій Антонович, i_94@ukr.net</i>
Профіль викладача	http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/19-kryshchuk-mykola-heorhiiovych.html http://intellect.mmi-dmm.kpi.ua/profile/kmg12
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjU0NDk3MTMwOTU5?hl=ru&cjc=cikpg4m

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 «Наукова робота за темою магістерської дисертації», «Науково-дослідна практика» та «Виконання магістерської дисертації».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тематика курсового проекту охоплює основні розділи курсу «Комп'ютерне моделювання в наукоємному машинобудуванні», який викладався в попередньому семестрі, а саме: практичне 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

Основна 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., Єщенко 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 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>
4. 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>
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. Різун, В. І. Методи розв'язування нелінійних диференціальних рівнянь [Електронний ресурс] : монографія / В. І. Різун, М. Г. Крищук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.63 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 148 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63624>
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.–90 с.
3. 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
4. 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
5. <http://www.ansys.com/academic/students>
6. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume I. Procedure.
7. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume II. Command.
8. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume III. Elements.
9. ANSYS User's Manual for revision 5.6-21.0. Volume VI. Theory.
10. Опір матеріалів. Підручник / Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. К.: Вища школа, 2008. 655
11. Теорія пружності . Частина 1. Підручник / Бабенко А.Є., Бобир М.І., Бойко С.Л., Боронко О.О. Основа, 2009. 244с

12. Рудаков К.М. Чисельні методи аналізу в динаміці та міцності конструкцій: Навч. посібник.– К.: НТУУ "КПІ".– 2007.– 379с
13. Теорія коливань і стійкості руху. Підручник / Василенко М.В., Алексейчук О.М.. К.: Вища школа, 2004 – 655 с.
14. 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. Трубачев, 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>
15. 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>.
16. 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. 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, узгодженим із здобувачами.

Перелік об'єктів моделювання та розрахункових завдань курсового проекту

№ з/п	Назва завдання
1	Бетонна колона з визначеними характеристиками міцності матеріалу при розтягу-стиску в умовах позацентрового стиску. Застосувати аналітичний та числовий метод визначення розподілення внутрішніх зусиль та провести розрахунок граничних величин силового навантаження.
2	Просторова конструкція сполучених стержневих елементів, що обертаються з кутовою швидкістю навколо заданої осі. Провести аналітичний та числовий розрахунок граничного силового навантаження виробу з врахуванням відцентрових сил та сил інерції за критерієм міцності вибраного типу матеріалу сталі для структурних елементів конструкції.
3	Тонкостінна сталева конструкції резервуару з жорсткістними опорами заповнена рідиною. Провести оцінку стійкості стиснутих стержнів опор та міцності оболонки під дією надлишкового тиску та гравітаційного навантаження.
4	Конструкція тонкостінної посудини з визначеними топологічними характеристиками, фізико-механічними властивостями матеріалу та пружними опорами. Провести оцінку

	вібростійкості конструкції за розрахунковими величинами динамічних характеристик, – власних частот та форм гармонічних коливань
5	Індивідуальні завдання по проектуванню несучої спроможності конструкцій машинобудування при нестационарних силових навантаженнях.

Методика виконання курсового проекту

Курсовий проект виконується як самостійна робота, розподіл годин СРС та етапи робіт наведено в таблиці:

Графік виконання курсового проекту

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

Вимоги до оформлення курсового проекту

Викладення результатів курсового проекту 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 кожного завдання 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. Наводиться опис 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 завдань та графічної частини загального креслення із зображенням вихідних розрахункових схем об'єктів дослідження і основного результату у послідовності згідно вищенаведеної таблиці із переліком задач.

Особливості опанування освітнім компонентом у дистанційному режимі

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

- проводяться консультації;
- 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/node/148>.

6. Політика навчальної дисципліни

Захист курсового проекту відбувається згідно календарного плану курсового проекту. Для оцінки результатів захисту курсового проекту кафедрою створюється комісія з проведення семестрового контролю. Склад комісії затверджується на засіданні кафедри. Захист курсового проекту проводиться в період останніх двох тижнів теоретичного навчання в семестрі, до початку екзаменаційної сесії. Залік проводиться в усній формі у вигляді захисту свого курсового проекту кожним студентом.

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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання здійснюється згідно «Положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/182>).

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

Календарний контроль

Оцінювання дотримання графіку виконання курсового проекту (див. таблицю «Графік виконання курсового проекту») проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є виконання не менше, ніж 50 % від запланованого обсягу робіт на час проведення такого контролю. 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.

1. Стартова складова r1:

- правильність і повнота реалізації завдання – до 40 балів;
- якість оформлення, виконання вимог нормативних документів – до 20 балів.

Характеристика	Бали за виконання проекту	
Правильність і повнота реалізації завдання	38-40	Завдання виконані відмінно (не менше 95% інформації), можливі несуттєві неточності
	34-37	Завдання виконані дуже добре (не менше 85% інформації), можливі незначні помилки.
	30-33	Завдання виконані добре (не менше 75% інформації), є помилки та неточності.
	27-29	Завдання виконані задовільно (не менше 65% інформації), є помилки.
	24-26	Завдання виконані достатньо (не менше 60% інформації), є суттєві помилки.
	0-23	Завдання виконані невірно або менше 60% інформації.
Якість оформлення пояснювальної записки та	19-20	Матеріал викладений чітко, стисло, грамотно. Оформлення повністю відповідає вимогам нормативних документів.
	15-18	Матеріал викладений чітко, стисло, але є стилістичні помилки. Оформлення з незначними відхиленнями від вимог нормативних документів.

Характеристика	Бали за виконання проекту	
графічних матеріалів	12-14	Матеріал викладений не чітко, є граматичні помилки. Виконання на задовільному рівні.
	0-11	Оформлення з істотними порушеннями нормативних документів.

Умовою допуску до семестрового контролю є виконання в повному обсязі завдання на курсовий проект та наявність оформленої пояснювальної записки.

2. Складова захисту r2:

Характеристика	Бали за захист проекту
36-40 балів	Високий рівень якості доповіді, повністю володіє матеріалом, відмінно обґрунтовує прийняті рішення. Студент вміє захищати свою думку.
31-35 балів	Рівень якості відповіді – вище середнього, допускаються незначні прогалини у володінні матеріалом. Студент добре обґрунтовує прийняті рішення та вміє захищати свою думку.
24-30 балів	Середній рівень якості відповіді студента. Недостатньо добре володіє матеріалом, середній ступінь обґрунтування прийнятих рішень, не досить добре вміє захищати свою думку.
0 балів	Низький рівень якості відповіді. Студент погано володіє матеріалом, не обґрунтовує прийняті рішення і не вміє захищати свою думку.

Сума балів двох складових (r1+r2) переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: д.т.н., проф. Крищук М.Г., асистент Іщенко О.А.

Ухвалено

кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № 15 від 26.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол № 9 від 30.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/23 від 28.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ІХФ (протокол № 12 від 30.06.2023 р.)