



ТЕОРІЯ ПРУЖНОСТІ – 1. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Динаміка і міцність машин</i>
Статус дисципліни	<i>Цикл професійної підготовки. Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредитів 195 годон</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i> <i>Модульні контрольні роботи</i>
Розклад занять	Теорія пружності 1. Напружено-деформований стан. <i>За розкладом</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., <i>проф.,Бабенко А.Є.</i> , Практичні : <i>проф.,Бабенко А.Є.</i> , к.т.н., <i>доц.Коваль В.В.</i>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle , Google classroom , тощо)

Програма навчальної дисципліни

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

Теорія пружності в першу чергу повинна сформулювати задачу механіки деформованого тіла і надати їй математичну форму, виконання цього завдання забезпечується задачами аналізу напруженого стану, аналізу деформованого стану, використанням законів термодинаміки для встановлення зв'язку між напруженнями і деформаціями. Синтез результатів цих задач дає можливість одержати загальні рівняння термопружності. Задача визначення напружено-деформованого стану може бути сформульована як у формі диференціальних

рівнянь, так і у формі мінімаксних задач. Така постановка виконується за допомогою варіаційних принципів теорії пружності. Після того, як задача теорії пружності поставлена математично, встановлюються її загальні властивості і розглядаються загальні розв'язки задач теорії пружності. Оскільки можливості розв'язку задач в загальному вигляді обмежені, то з метою аналізу принципів ситуацій та одержання прикладних результатів розглядається ряд досить широких, але спеціальних задач. Завдяки звуженню, як завжди, є можливість подальшого просування по шляху розв'язку задач. Такими задачами є осесиметрична задача теорії пружності, плоска задача теорії пружності та задача Сен-Венана. Такий виклад теорії пружності мусить забезпечити досить глибоку загально - наукову ерудицію студентів і вміння вибрати метод та розв'язати прикладні задачі.

Метою вивчення курсу є оволодіння студентами точними методами постановки та розв'язку задач визначення напружено-деформованого стану конструкцій та деталей машин. Особливості теорії пружності полягають в тому, що задача ставиться математично точно без припущень, які полегшують розв'язок задач. Така постановка задачі приводить до необхідності розв'язку крайової задачі. Крім того основний упор в цьому курсі робиться на точні методи розв'язку задач. Одержані точні розв'язки дають відповідь на деякі принципові питання, які стосуються розподілу напружень та деформацій використовуються як тестові задачі для перевірки розв'язків, одержаних наближеними методами в тому числі і числовими. Велика кількість задач, розв'язаних методами теорії пружності мають прикладний характер і використовуються на практиці.

Знань:

- Точних методами постановки та розв'язку задач визначення напружено-деформованого стану деталей машин.
- Вміння вибрати метод та розв'язати прикладні задачі.

Умій:

- вибрати для даного конструктивного елементу схеми навантаження метод розрахунку ;
- розрахувати напружений і деформований стан конструктивного елементу;

досвіду:

- аналізу напруженого та деформованого станів твердого тіла;
- розв'язання задачі аналізу одержаних результатів;
- проведення досліджень з метою перевірки правильності результатів теоретичного ;
- роботи з довідковою літературою.

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

Теорія пружності базується на слідуючих дисциплінах лінійна алгебра та аналітична геометрія, математичний аналіз, теорія функцій комплексного

змінного, фізика, термодинаміка і статистична фізика, теоретична механіка, опір матеріалів, математична фізика. В свою чергу знання теорії пружності є передумовою вивчення таких дисциплін як теорія пластичності та повзучості, теорія коливань, чисельні методи розв'язку задач механіки, міцність та руйнування. Лекційний матеріал містить теоретичні положення, на яких базується курс, постановку задач, методи розв'язку задач теорії пружності по визначенню напружено - деформованого стану та його аналізу. Практичні заняття сприяють оволодінню студентами вмінням і навичками розв'язку задач пов'язаних з теоретичними розрахунками при визначенні напружено - деформованого стану. Курсова робота націлена на сприяння якісному засвоєнню методики та набуття навичок розв'язку основних типових задач теорії пружності, а також на засвоєння правил оформлення наукового звіту. Типові задачі курсової роботи направлені на засвоєння методів розв'язку осесиметричної задачі теорії пружності, плоскої задачі теорії пружності та задачі Сен-Венана.

2. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

Розділ 1.

Тема 1.1. Вступ. Задачі теорії пружності і основні гіпотези. Характеристика лінійної та нелінійної, математичної та прикладної теорії пружності. Історичний нарис, вклад вітчизняних вчених у розвиток науки.

Література : /19/ с.15-43

Розділ 2. Теорія напруженого стану.

Тема 2.1. Тензор напружень того математичний і фізичний зміст, різні системи позначень. Повне, нормальне та дотичне напруження на довільній площадці. Визначення компонентів тензори напружень при повороті системи координат.

Тема 2.2. Головні площадки, головні напруження. Інваріанти тензора напружень. Екстремальні нормальні напруження. Екстремальні дотичні напруження.

Тема 2.3. Дифференційне рівняння рівноваги та руху. Симетрія тензора напружень.

Література: /4/ с. 13-36, /6 /с, 68-110, /7/ с. 40-66

Розділ 3. Теорія деформованого стану.

Тема 3.1. Способи описання деформованого стану Лагранжа і Ейлера. Тензори скінченних деформацій Гріна і Альмансі.

Тема 3.2. Фізичний та геометричний зміст компонентів тензора деформацій, їх зв'язок з деформаціями відносного видовження та зсуву. Визначення відносних деформацій видовження в довільному напрямі.

Тема 3.3. Перетворення компонент тензора деформацій при повороті системи координат. Головні напрямки та головні деформації, їх екстремальні властивості.

Тема 3.4. Тензор малих деформацій (співвідношення Коши). Фізичний та геометричний зміст компонент тензора малих деформацій. Тема 3.5. Градієнт вектора переміщень, його зв'язок з тензором деформацій і тензором обертання.

Тема 3.6. Визначення переміщень, формула Чезаро. Рівняння сумісності деформацій

<p>Сен-Венана їх фізична та математична суть. Література: /4/ с. 57-67, /6 /с, 112-165, /7/ с.11- 40</p>
<p><u>Розділ 4. Фізичні основи теорії пружності.</u> Тема 4.1. Деформоване тіло, як термодинамічна система, термодинамічні параметри визначаючі стан тіла. Термодинамічні потенціали. Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки. Тема 4.2. Закон збереження енергії для деформованоготіла. Баланс ентропії. Закон Фурьє. Тема 4.3. Перша форма визначаючих рівнянь, коли незалежними змінними є деформації та температура. Закон Дюамеля - Неймана. Тема 4.4. Друга форма визначаючих рівнянь, коли незалежними змінними є напруження та температура. Тема 4.5. Рівняння притоку тепла. Диференційні рівняння термопружності, їх лінійарізація. Зв'язана і незв'язана задача термопружності. Граничні та початкові умови. Рівняння класичної теорії пружності. Тема 4.6. Тензор матеріальних сталих пружного тіла та його залежність від при різних видів симетрії. Література: /4/ с.100-123, /7/ с. 67-93.</p>
<p><u>Розділ 5. Крайові задачі теорії пружності.</u> Тема 5.1. _Загальна система рівнянь класичної теорії пружності. Рівняння теорії пружності у переміщеннях - рівняння на Навьє. Тема 5.2. Рівняння теорії пружності у напруженних Бельтрамі - Мітчела. Література: /4/ с.124-133, /7/ с. 105-118.</p>
<p><u>Розділ 6. Варіаційні принципи теорії пружності.</u> Тема 6.1. Пряма теорема про мінімум потенціальної енергії. Обернена теорема про мінімум потенціальної енергії (принцип мінімуму потенціальної енергії Лагранжа). Тема 6.2. Пряма теорема про мінімум доповнювальних робіт. Обернена теорема про мінімум доповнювальних робіт (принцип Кастільяно). Тема 6.3. Варіаційний принцип Рейснера. Зв'язок варіаційних принципів з диференційними рівняннями. Література: /4/ с.148-167, /7/ с. 120-132.</p>
<p><u>Розділ 7. Загальні теореми теорії пружності.</u> Тема 7.1. Існування та однозначність розв'язку задачі теорії пружності. Теорема взаємності робіт. Теорема Клапейрона. Література: /4/ с.126-136, /7/ с. 132-141.</p>
<p><u>Розділ 8. Загальні розв'язки задачі теорії пружності.</u> Тема 8.1. Розв'язок Панковича - Нейбера. Розв'язок Бусінеска-Гальоркіна. Література: /4/ с.126-136, /7/ с. 180-190.</p>
<p><u>Розділ 9. Задача теорії пружності у криволінійних координатах .</u> <u>Тема 9.1.</u> Основний та взаємний базис в косокутній системі координат. Метричний тензор. Контраваріантні і коваріантні компоненти тензора, їх зв'язок. Визначення довжини, площі, об'єму. Тема 9.2. Диференціювання базисних векторів. Коваріантна похідна. Тема 9.3. Рівняння теорії пружності у криволінійних координатах. Література: /4/с.136-139,/7/с. 168-179, /9/с. 148-154.</p>

3. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література.

1. Амензаде Ю. Теория упругости Москва, Высшая школа 1976 г.
2. Бабенко А.С., Бобир М.І., Бойко С.Л., Боронко О.О. Теорія пружності
3. Ильющин А.А., Ломакин В.А., Шмаков А.П. Задачи и упражнения по механике сплошной среды. Издательство Московского Университета 1973 г.
4. Лурье А.И., Теория упругости, М., "Наука", 1970, 939 с.
5. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., "Наука", 1966, 635 с.
6. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред.
7. Новацкий, Теория упругости Из-во "Мир", Москва
8. Рекач В.Г. Руководство к решению задач по теории упругости, М., "Высшая школа", 1966, 227 с.
9. Снеддон И.Н., Берри Д.С., Классическая теория упругости. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва 1961г.

Додаткова

10. Арутинян Н.Х., Абрамян Б.Л., Кручение упругих тел. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва. 1963г.
11. Демидов С.П. Теория упругости, М. "Высшая школа", 1979, 432. с.
12. Зенкевич О., Метод конечных элементов в технике, М. "Мир", 1975, 541 с.
13. Киселев В.А. Плоская задача теории упругости, М. Высшая школа, 1976.
14. Коваленко А.Д. Основы термоупругости. "Наукова думка" Киев-1970г.
15. Колтунов М.А., Васильев Ю.Н., Черных В.А. Упругость и прочность цилиндрических тел. Москва. "Высшая школа" 1975г.
16. Купрадзе В.Д. и другие. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. Издательство "Наука". Главная редакция физико-математической литературы. Москва 1978г.
17. Ландау Д.Д., Лифиц Е.М. Теория упругости. Издательство "Наука". Главная редакция физико-математической литературы. Москва 1963г.
18. Ляв А. Математическая теория упругости. ОНТИ НКТП СССР. 1935
19. Новожилов В.В., Теория упругости, Л., Судпроиздат, 1958, 370 с.
20. Папкович П. Ф., Теория упругости, Л. Оборонгиз, 1939, 499 с.
21. Тимошенко С.П., Гудьер, Теория упругости, М. "Наука", 1975, 575 с.

Методичні вказівки та завдання

23. Методичні вказівки та завдання до курсової роботи з дисципліни теорія пружності. Київ, КПІ, 1993.
24. Методичні вказівки та завдання до теми "Теорія напруженого стану" з дисципліни теорія пружності. Київ, КПІ, 1994.
25. Методичні вказівки та завдання до теми "Теорія деформованого стану" з дисципліни теорія пружності. Київ, КПІ, 1994.
26. Методичні вказівки та завдання до теми "Термодинамічні основи, загальні рівняння та варіаційні методи теорії пружності" з дисципліни теорія пружності. Київ, КПІ, 1994. Для студентів механіко-машинобудівного факультету спеціальності "Динаміка та міцність машин".

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

СЕМЕСТР 6. МОДУЛЬ 2						
1	2	3	4	5	6	7
Найменування розділів, тем	Всього	лекцій	практ			срс
<p><u>Розділ 1</u> Плоска задача теорії пружності.</p> <p>Тема 1.1. Загальна постановка задачі коли НДС не залежить від однієї з координат. Функція напружень Ері. Функція напружень Пруднля.</p> <p>Тема 1.2. Плоский деформований стан.</p> <p>Тема 1.3. Узагальнений плоский напружений стан.</p> <p>Тема 1.4. Розв'язок плоскої задачі у полярних координатах.</p> <p>Тема 1.5. Розв'язок плоскої задачі за допомогою теорії функцій комплексної змінної. Приведення задачі теорії пружності до задачі теорії функцій комплексної змінної.</p> <p>Тема 1.6. Функції Мусхелішвілі, степеь їх визначенності, їх форма для багатозв'язної скінченної області.</p> <p>Тема 1.7. Функції Мусхелішвілі нескінченної області. Основні формули при конформному відображенні.</p> <p>Тема 1.8. Розв'язок задач для круга в степенних рядах та для кільця в рядах Лорана.</p> <p>Тема 1.9. Розв'язок задач для нескінченної площини з круглим отвором в степенних рядах .</p> <p>Тема 1.10. Інтеграл типу Коші та його застосування до розв'язку плоскої задачі теорії пружності.</p> <p>Тема 1.11. Розв'язок задач для круга за допомогою інтегралу типу Коші.</p> <p>Тема 1.12. Розв'язок задач для нескінченної площини з еліптичним отвором за допомогою інтегралу типу Коші.</p> <p>Література: /4/ с.462-626, /5/ с. 100-180, 186-130, 236-272, 279-357, /7/ с. 303-400.</p>	57	24	12			21
<p><u>Розділ 2.</u> Задача Сен -Венана.</p> <p>Тема 2.1. Загальна постановка задачі про навантаження стержня силами прикладеними до його торців. Принцип Сен-Венана. Напівобернений метод Сен - Венана. Розподіл задачі Сен - Венана на найпростіші задачі,.</p> <p>Тема 2.2. Кручення призматичних стержнів. Функція напружень при крученні.</p> <p>Тема 2.3. Переміщення при крученні. Теорема про циркуляцію дотичних напружень. Мембранна аналогія.</p> <p>Тема 2.4. Кручення стержнів з багатозв'язною поперечним перетином. Комплексна функція напружень при крученні.</p> <p>Тема 2.5. Розв'язок задачі кручення за допомогою</p>	56	18	16			22

<p>варіаційних методів. (Застосування методів Рітца, Кантаровича).</p> <p>Тема 2.6. Задача згину стержня зосередженою силою. Приведення задачі згину до задачі Неймана.</p> <p>Тема 2.7. Визначення кута закручування при згині. Центр жорсткості, або центр згину.</p> <p>Тема 2.8. Розв'язок задачі згину за допомогою функції Тимошенко.</p> <p>Тема 2.9. Розв'язок задачі згину за допомогою варіаційних принципів.</p> <p>Література: /4/ с.366-445, /5/ с. 492-521, /7/ с. 400-465.</p>					
---	--	--	--	--	--

Лекції

<p><u>Розділ 1</u> Плоска задача теорії пружності.</p> <p>Лекція 1</p> <p>Тема 1.1. Загальна постановка задачі коли НДС не залежить від однієї з координат. Функція напружень Ері. Функція напружень Праднля.</p> <p>Тема 1.2. Плоский деформований стан.</p> <p>Тема 1.3. Узагальнений плоский напружений стан.</p> <p>Лекція 2</p> <p>Тема 1.4. Розв'язок плоскої задачі у полярних координатах.</p> <p>Лекція 3</p> <p>Тема 1.5. Розв'язок плоскої задачі за допомогою теорії функцій комплексної змінної. Приведення задачі теорії пружності до задачі теорії функцій комплексної змінної.</p> <p>Тема 1.6. Функції Мусхелішвілі, степеь їх визначеності, їх форма для багатозв'язної скінченної області.</p> <p>Тема 1.7. Функції Мусхелішвілі нескінченної області. Основні формули при конформному відображенні.</p> <p>Лекція 4</p> <p>Тема 1.8. Розв'язок задач для круга в степенних рядах та для кільця в рядах Лорана.</p> <p>Тема 1.9. Розв'язок задач для нескінченної площини з круглим отвором в степенних рядах .</p> <p>Лекція 5</p> <p>Тема 1.10. Інтеграл типу Коші та його застосування до розв'язку плоскої задачі теорії пружності.</p> <p>Лекція 6</p> <p>Тема 1.11. Розв'язок задач для круга за допомогою інтегралу типу Коші.</p> <p>Тема 1.12. Розв'язок задач для нескінченної площини з еліптичним отвором за допомогою інтегралу типу Коші.</p> <p>Література: /4/ с.462-626, /5/ с. 100-180, 186-130, 236-272, 279-357, /7/ с. 303-400.</p>
<p>Лекція 7</p> <p><u>Розділ 2.</u> Задача Сен -Венана.</p> <p>Тема 2.1. Загальна постановка задачі про навантаження стержня силами прикладеними до його торців. Принцип Сен-Венана. Напівобертений метод Сен - Венана. Розподіл задачі Сен - Венана на найпростіші задачі.</p> <p>Тема 2.2. Кручення призматичних стержнів. Функція напружень при крученні.</p> <p>Тема 2.3. Переміщення при крученні. Теорема про циркуляцію дотичних напружень. Мембранна аналогія.</p>

Тема 2.4. Кручення стержнів з багатозв'язною поперечним перетином. Комплексна функція напружень при крученні.

Лекція 8

Тема 2.5. Розв'язок задачі кручення за допомогою варіаційних методів. (Застосування методів Рітца, Кантаровича).

Тема 2.6. Задача згину стержня зосередженою силою. Приведення задачі згину до задачі Неймана.

Лекція 9

Тема 2.7. Визначення кута закручування при згині. Центр жорсткості, або центр згину.

Тема 2.8. Розв'язок задачі згину за допомогою функції Тимошенко.

Тема 2.9. Розв'язок задачі згину за допомогою варіаційних принципів.

Література: /4/ с.366-445,/5/с. 492-521, /7/с. 400-465.

Практичні заняття.

6 семестр Модуль 2

1. Визначення напружено-деформованого стану у прямокутній полосі операційним методом у поліномах.
2. Визначення напружено-деформованого стану у прямокутній полосі операційним методом у тригонометричних рядах.
3. Визначення концентрації напружень при розтягу пластини з круглим отвором.
4. Визначення концентрації напружень при розтягу пластини з еліптичним отвором.
5. Розтяг пластини з тріщеною.
6. Кручення стержня з поперечним перетином у формі рівностороннього трикутника.
Кручення циліндричного стержня з круговою виточкою вздовж осі, кручення нескінчено широкого стержня, Кручення еліптичного стержня.
7. Точний розв'язок задачі кручення стержня прямокутного поперечного перетину.
8. Кручення стержнів з двохзв'язним поперечним перетином.
9. Розв'язок задачі кручення варіаційними методами.
10. Кручення стержнів з криволінійним поперечним перетином
11. Згин стержня круглого та еліптичного поперечного перетину.
12. Згин стержня прямокутного поперечного перетину.
13. Вісесиметрична задача. Рівняння теорії пружності у циліндричних координатах.
14. Потенціал пружних переміщень, найпростіші задачі.
15. Згин криволінійного стержня (задача Головіна).
16. Визначення напружено-деформованого стану у нескінченному тілі з Напівнескінченим каналом
17. Визначення напружено-деформованого стану у круглому стержні з канавкою при розтягу (задача Неймана).
18. Визначення напружено-деформованого стану у круглому стержні з канавкою при крученні (задача Неймана).

5. Самостійна робота студента

В кожному семестрі після завершення вивчення розділів студенти виконують контрольні роботи, які включають задачі. Метою контрольних робіт є перевірка засвоєння навчального матеріалу, закріплення теоретичних знань і набуття навичок розв'язування практичних задач.

На практичних заняттях розв'язують задачі, що відповідають окремим темам курсу. Особлива увага приділяється типовим задачам, які є складовою частиною курсової роботи (КР). Під час самостійного розв'язання задач КР студенти можуть користуватися основною і додатковою літературою та методичними вказівками. Кожна задача КР повинна бути захищена. Під час захисту студент повинен знати теоретичний матеріал, який використовується для розв'язання задачі, а також розв'язати задачі. За результатами захисту окремих задач проставляється оцінка за КР та кількість набраних балів. Для підготовки до лекцій, практичних, а також виконання і захисту КР студенти користуються конспектом лекцій, підручниками і методичними вказівками, наведеними нижче.

В процес вивчення курсу студенти виконують курсову роботу. Виконання курсової роботи сприяє активному творчому засвоєнню матеріалу. Метою курсової роботи є закріплення теоретичного матеріалу та вироблення навичок самостійної дослідницької роботи. Курсова робота передбачає дослідження методами теорії пружності напружено-деформованого стану. Конструктивних елементів. Темі робіт індивідуальні. Робота оформляється у вигляді розрахунково-пояснювальної записки. Наводимо ряд типових тем.

1. Визначити напружено-деформований стан конуса при стисканні його силою вждовж осі
2. Визначити напружено-деформований стан конуса при згинанні його силою прикладеною у вершині в напрямку нормалі до осі.
3. Визначити напружено-деформований стан довгого циліндра при навантаженні його рівномірно розподіленою силою в напрямку нормалі до твірної.
4. Визначити напружено-деформований стан кулі стисненої рівномірно розподіленим навантаженням прикладеним в екваторіальній площині.
5. Визначити напружено-деформований стан кулі стисненої зосередженими силами прикладеними в полюсах.
6. Визначити напружено-деформований стан круглої пластини навантаженої зосередженими силами на границі, використовуючи методи теорії функцій комплексної змінної (інтеграл типу Коші).
7. Визначити концентрацію напружень в пластині ослабленій еліптичним отвором, використовуючи методи теорії функцій комплексної змінної (інтеграл типу Коші).
8. Визначити напружено-деформований стан стержня з перетином у вигляді авіаційного профіля при згинанні зосередженою силою (скористатися варіаційними методами).
9. Визначити напружено-деформований стан стержня з перетином у вигляді авіаційного профіля при крученні моментом (скористатися варіаційними методами).

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- *правила відвідування занять (за вимогами КПІ);*
- *правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей, відключення телефонів);*
- *правила захисту індивідуальних завдань - самостійно;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів;*
- *політика дедлайнів та перескладань за правилами КПІ;*
- *політика щодо академічної доброчесності;*
- .

Правила відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається

теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентам практичних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали (.....наприклад)

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Своєчасне виконання практичної роботи (за кожне завдання)	+ 4 бали	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожне завдання)	- 1 бал
		Несвоєчасне написання модульної контрольної роботи (на запланованому занятті)	- 5 балі

Пропущені контрольні заходи

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але до терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), оцінюється зі штрафними балами.

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), не оцінюється.

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>.

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>.

Навчання іноземною мовою

Навчальна дисципліна «Теорія пружності» не передбачає її вивчення англійською мовою.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Теорія пружності» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест тощо

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: екзамен / залік / захист курсового проекту (роботи)

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання / зарахування усіх лабораторних робіт / семестровий рейтинг більше XX балів.

Види контролю та бали за кожен елемент контролю:

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього

Види контролю та бали за кожен елемент контролю:

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Практична робота	60	5	12	60
4.	Залік	40	40	1	40
Всього					100

Результати оголошуються кожному аспіранту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Moodle або е-поштою).

Поточний контроль: модульна контрольна робота, оцінювання дистанційного навчання

1. Модульна контрольна робота

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	90	30	3	90
2.	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	75	25	3	75
3.	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60	20	3	60
4.	Відповідь на тестове запитання з варіантами відповідей	10	10	1	10

5.	Відповідь відсутня або не правильна	0	0	3	0
Максимальна кількість балів					100

2. Дистанційне навчання

Виставлення оцінки за дистанційне навчання шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів у системі Moodle передбачено лише для контрольних запитань і результатів тестування за виконання індивідуального завдання.

Виставлення оцінки за контрольні заходи (практичні роботи, модульна контрольна робота) шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів не передбачено.

№ з/п	Дистанційне навчання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь на контрольні запитання в онлайн-системі Webex або Zoom	40	10	4	40
2.	Відповідь на тести у системі Moodle	50	10	5	50
3.	Вчасність проходження дистанційного навчання	10	10	1	10
Всього					100

У разі виявлення академічної не добросовісності під час дистанційного навчання – контрольний захід не враховується, аспірант до захисту не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання та моніторинг виконання графіка освітнього процесу³.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ⁴		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁵	≥ 15 балів	≥ 30 балів
	Виконання практичних робіт	Практична робота	+
		Практична робота	–
Виконання модульної контрольної роботи	Модульна контрольна робота	–	–

Семестровий контроль: екзамен

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD \geq 30

Умови допуску до семестрового контролю:

1. Виконання практичних робіт;
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації;
3. Відвідування 60% лекційних занять.

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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль*
- 1. Визначання напружень на нахилених площадках.
- 2. Головні площадки, головні напруження. Графічний метод дослідження наружного стану в точці.
- 3. Визначання максимальних нормальних напружень
- 4. Визначання максимальних дотичних напружень
- 5. Екстремальні властивості головних напружень
- 6. Рівняння рівноваги.
- 7. Методи визначення деформованого стану, тензор скінченних деформацій
- 8. Визначення головних деформацій на їх напрямках. Інваріанти тензора деформацій.
- 9. Визначення видовження, зсуву, об'єму
- 10. Визначення тензора малих деформацій.
- 11. Визначення деформацій видовження, зсуву об'єму при малих деформаціях.
- 12. Визначення переміщень.
- 13. Рівняння сумісності деформацій, визначення їх як можливостей існування заданого деформованого стану.
- 14. Закон Гука при різних видах анізотропії та зв'язок між модулями пружності та сталими Ляме.
- 15. Рівняння термпружності.
- 16. Постановка граничних задач, крайові умови .
- 17. Постановка граничних задач при ізотермічному процесі.

- 18. Рівняння теорії пружності в переміщеннях і в напруженнях.
- 19. Теорема про однозначність розвязку задачі теорії пружності,
- 20. Теорема взаємності робіт.
- 21. Теорема Клапейрона.
- 22. Найпростіші задачі теорії пружності. Стиск - розтяг тіла рівномірно розподіленим навантаженням нормальним до поверхні тіла.
- 23. Розтяг стержня власною вагою.
- 24. Чистий згин призматичного стержня.
- 25. Кручення круглого стержня.
- 26. Косокутні координати, коваріантні та контраваріантні компоненти.
- 27. Метричний тензор визначення довжини, площі, об'єму
- 28. Диференціювання у криволінійних координатах коваріантна похідна.
- 29. Рівняння рівноваги у циліндричних координатах.
- 30. Тензор малих деформацій (співвідношення Коші) у циліндричних координатах.
- 31. Варіаційний принцип мінімуму потенціальної енергії (Лагранжа).
- 32. Варіаційний принцип мінімуму доповнювальних робіт (Кастільяно).
- 33. Варіаційний принцип Рейснера, зв'язок варіаційних принципів з крайовими задачами.
-

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професор Бабенко А.Є.

Ухвалено кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів ,
протокол № 9 від 27 травня 2021 р.

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.