



Лектор курсу

Контактна інформація
лектора (e-mail)

СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ «Основи теорії пружності та пластичності»

Ступінь вищої освіти - Бакалавр

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Рік навчання 3, семестр 5

Форма навчання денна, заочна

Кількість кредитів ЄКТС 4

Мова викладання українська

д.т.н., проф., професор кафедри будівництва НУБіП України

Яковенко Ігор Анатолійович

yakovenko_i_a@nubip.edu.ua

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

(до 1000 друкованих знаків)

Навчальна дисципліна «Основи теорії пружності та пластичності» є вибірковою компонентою у підготовці студентів ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» і є продовженням обов'язкової компоненти «Механіка матеріалів і конструкцій». Вона ґрунтується на теоретичних знаннях і практичних вміннях здобувачів із наступної плеяди вже вивчених освітніх компонент: «Вища математика» → «Фізика» → «Теоретична та будівельна механіка» → «Механіка матеріалів і конструкцій» та надає всебічного розуміння і фундаментальну підготовку студентам за освітніми компонентами: «Будівельні конструкції», «Залізобетонні та кам'яні конструкції», «Металеві конструкції», «Основи і фундаменти», «Основи автоматизованого проектування в будівництві», «Технічна експлуатація та ремонт будівель і споруд», «Підготовка і захист кваліфікаційної бакалаврської роботи».

Вибіркова освітня компонента «Основи теорії пружності та пластичності» передбачає вивчення теоретичного матеріалу, який викладений у **двох** змістових модулях.

У **першому** модулі розглядаються основні гіпотези та передумови щодо побудови розрахункових схем та їхніх аналітичних розв'язків із урахуванням основних положень теорії пружності та визначення головних компонентів напружено-деформованого стану.

У **другому** модулі розглядаються поняття і принципи розрахунку та побудови розрахункових схем тонкостінних та складених стрижнів. Наводяться задачі та застосування основ теорії пластичності у будівельній галузі.

Метою дисципліни «Основи теорії пружності та пластичності» є всебічна підготовка бакалаврів з будівництва та цивільної інженерії та оволодіння і засвоєння студентами основних методів теорії пружності та пластичності в систематизованій формі при розв'язанні задач, визначення напружено-деформованого стану конструкцій у спектрі практичних проблем, які вивчають на рівні діяльності бакалавра-будівельника.

Завданнями навчальної дисципліни є одержання студентом практичних результатів щодо оволодіння методами теорії пружності та пластичності, поняттями про тонкостінні та складені стержні, поняттями про розрахунок стержнів та пластин на основі загальновідомих класичних методик визначення напружено-деформованого стану.

Компетентності, які набувають здобувачі ОС «Бакалавр» під час вивчення вибіркової освітньої компоненти «Основи теорії пружності та пластичності»:

→ інтегральна компетентність (ІК):

▸ ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії у процесі навчання, що передбачає застосування комплексу теорій та методів визначення міцності, стійкості, деформативності, моделювання, посилення будівельних конструкцій; подальшої безпечної експлуатації, реконструкції, зведення та монтажу будівель та інженерних споруд; застосування систем автоматизованого проектування у галузі будівництва.

→ загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2 – Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК6 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

→ фахові (спеціальні) компетентності (СК):

▸ СК1 – Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії.

▸ СК2 – Здатність до критичного осмислення і застосування основних теорій, методів та принципів економіки та менеджменту для раціональної організації та управління будівельним виробництвом.

▸ СК4 – Здатність обирати і використовувати відповідні обладнання, матеріали, інструменти та методи для проектування та реалізації технологічних процесів будівельного виробництва.

▸ СК11 – Володіти методами проектування, моделювання та конструювання з використанням систем автоматизованого проектування та розрахунку будівельних конструкцій будівель та інженерних споруд об'єктів промислового, агропромислового, транспортного та цивільного призначення.

▸ СК12 – Здатність здійснювати та організовувати технічну експлуатацію, обстеження, реконструкцію будівель та інженерних споруд, забезпечувати довговічність роботи, надійну та подальшу безпечну експлуатацію об'єктів та інженерних мереж агропромислової та інших галузей господарства.

Програмні результати навчання (ПРН):

▸ ПРН1 – Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

▸ ПРН02 – Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

▸ ПРН06 – Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії.

▸ ПРН7 – Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

▸ ПРН08 – Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення.

▸ ПРН09 – Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

▸ ПРН12 – Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії.

► ПРН17 – Оволодіння навичками ефективної самостійної роботи (курсове та дипломне проектування) або у групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їхньому виконанні); результативність роботи в умовах обмеженого часу з акцентом на професійну сумлінність і академічну доброчесність.

СТРУКТУРА КУРСУ

Тема	Години (лекції/лабораторні, практичні, семінарські/ самостійна робота)	Результати навчання	Завдання	Оціню- вання
1	2	3	4	5
5 семестр				
Змістовний модуль №1. «Основи теорії пружності»				
Тема 1. Вступ. Об`єкт вивчення. Основні гіпотези. Модельне середовище. Розрахункова схема. Задачі та методи теорії пружності.	2/0/5	Вміти застосовувати модельне середовище у ТП. Знати поняття, суть та призначення РС. Вміти скласти РС несучих будівельних конструкцій. Знати основні задачі та методи, які використовуються у ТП.	Самостійна робота за темою 1	4
Тема 2. Теорія напружень. Стан та напруження. Диференційні рівняння рівноваги. Напруження на похилих площинах. Дослідження напруженого стану у точці тіла.	2/2/5	Знати основні положення та сферу застосування теорії напружень. Вміти визначати граничні стани та скласти диференційні рівняння рівноваги. Вміти визначати напружено-деформований стан у точці тіла.	Виконання та захист лабораторної роботи №1 Самостійна робота за темою 2	9 4
Тема 3. Теорія деформацій. Складові переміщення та деформації. Залежність між ними. Формули Коші. Об`ємна деформація. Рівняння суцільності. Рівняння Сен-Венана.	2/0/5	Знати основні положення теорії деформацій. Вміти визначати складові переміщення та деформації. Розуміти зміст формул Коші, рівнянь суцільності та Сен-Венана. Вміти записувати залежності щодо визначення об`ємних деформацій.	Самостійна робота за темою 3	5
Тема 4. Потенціальна енергія деформації. Розв`язання плоскої задачі у поліномах.	2/2/5	Знати основні положення визначення потенційної енергії деформації. Вміти записувати розв`язок плоскої задачі ТП у поліномах.	Виконання та захист лабораторної роботи №2 Самостійна робота за темою 4	9 4

1	2	3	4	5
<p>Тема 5. Розв'язання задачі теорії пружності в переміщеннях. Рівняння Ламе. Розв'язання задачі теорії пружності в напругах. Рівняння Бельтрамі-Мітчела. Розв'язання плоскої задачі методом тригонометричних рядів. Визначення основних констант матеріалу μ та G.</p>	2/0/5	<p>Знати алгоритм розв'язання задачі теорії пружності в переміщеннях та напруженнях.</p> <p>Вміти використовувати рівняння Ламе та Бельтрамі-Мітчела.</p> <p>Знати послідовність розв'язання плоскої задачі методом тригонометричних рядів.</p> <p>Вміти визначати основні константи матеріалу μ та G.</p>	Самостійна робота за темою 5	5
<p>Тема 6. Плоска задача теорії пружності у прямокутних координатах та методи її розв'язку.</p>	2/2/5	Вміти розв'язувати плоску задачу теорії пружності у прямокутних координатах.	Виконання та захист лабораторної роботи №3 Самостійна робота за темою 6	9 4
<p>Тема 7. Плоска задача теорії пружності у полярних координатах. Визначення напружень в основі фундаменту.</p>	2/0/5	Вміти розв'язувати плоску задачу теорії пружності у полярних координатах. Знати алгоритм визначення напружень в основі фундаменту.	Самостійна робота за темою 7	4
<p>Тема 8. Розв'язання задачі про згин клина. Напруження та зусилля у пластинці. Диференційне рівняння серединної поверхні пластинки при згині. Умови на контурі.</p>	2/2/5	<p>Вміти розв'язувати задачу щодо згину клину. Вміти визначати напруження та зусилля у пластинці.</p> <p>Вміти записувати диференційне рівняння серединної поверхні пластинки при згині.</p> <p>Знати умови на контурі.</p>	<p>Виконання та захист лабораторної роботи №4</p> <p>Самостійна робота за темою 8</p>	9 4

1	2	3	4	5
Проміжна атестація за модулем 1	–	Повторення та засвоєння теоретичного та практичного матеріалу за модулем 1	Опрацювання навчального матеріалу за модулем 1	30
Всього за модулем 1	16/8/40	–	–	100
Змістовний модуль №2. «Тонкостінні та складені стрижні. Основи теорії пластичності»				
Тема 9. Поняття щодо розрахунку прямокутної пластинки та нескінченної стрічки на пружній основі. Теореми про взаємність робіт та переміщень. Поняття про розрахунок стержнів різнорідної пружності. Розв'язання задач на побудову матриці жорсткості скінченних елементів.	2/2/5	Знати основні поняття щодо розрахунку прямокутної пластинки та нескінченної стрічки на пружній основі. Вміти застосовувати теореми про взаємність робіт та переміщень. Знати основні поняття щодо розрахунку стержнів різнорідної пружності. Вміти розв'язувати задачі, пов'язані з побудовою матриці жорсткості скінченних елементів.	Виконання та захист лабораторної роботи №5 Самостійна робота за темою 9	9 4
Тема 10. Визначення переміщень методом початкових параметрів у порівнянні з інтегралом Мора. Визначення НДС тонкостінного стержня. Рівняння трьох моментів, метод фокусів, обвідна епюра моментів. Розрахунок стержнів за несучою здатністю та поняття щодо виникнення пластичного шарніру.	2/0/5	Вміти визначати переміщення методом початкових параметрів. Вміти порівнювати їх з інтегралом Мора. Знати послідовність визначення напружено-деформованого стану тонкостінного стержня. Вміти складати рівняння трьох моментів. Знати основні відомості щодо застосування методу фокусів. Вміти будувати обвідну епюру згинальних моментів щодо розрахунку стержнів за несучою здатністю. Знати основні відомості щодо виникнення пластичного шарніру.	Самостійна робота за темою 10	6

1	2	3	4	5
<p>Тема 11. Розрахунок стержнів на пружній основі з використанням функцій. Нерозрізні стрижні. Рівняння трьох моментів та методу фокусів. Кроковий метод. Визначення переміщень. Основні особливості тонкостінних стержнів. Вільне та утиснене крутіння. Секторні характеристики та їх визначення.</p>	2/2/5	<p>Вміти виконувати розрахунок стержнів на пружній основі з використанням функцій. Знати основні поняття щодо нерозрізних стрижнів. Застосування до них рівнянь трьох моментів та методу фокусів. Особливості крокового методу. Вміти визначати переміщення. Знати основні особливості розрахунку тонкостінних стержнів. Знати характер визначення НДС під час вільного та утисненого крутіння. Знати поняття щодо секторних характеристик та алгоритму їх визначення</p>	<p>Виконання та захист лабораторної роботи №6</p> <p>Самостійна робота за темою 11</p>	<p>9</p> <p>4</p>
<p>Тема 12. Залежність між деформаціями тонкостінного стержня та переміщеннями його точок. Закон розподілу нормальних та дотичних напружень у перерізі тонкостінного стержня. Визначення параметрів статично невизначених балок. Поняття про складені стержні.</p>	2/0/5	<p>Знати основні залежності між деформаціями тонкостінного стержня та переміщеннями його точок. Вміти застосовувати закон розподілу нормальних та дотичних напружень у перерізі тонкостінного стержня. Вміти визначати параметри статично невизначених балок. Знати основні відомості та поняття щодо побудови розрахункових схем складених стержнів.</p>	<p>Самостійна робота за темою 12</p>	6
<p>Тема 13. Складені стержні. Основи розрахунку. Визначення параметрів згину складеної балки. Побудова епюр напружень в перерізі тонкостінного стержня.</p>	2/2/5	<p>Знати основні залежності щодо розрахунку складених стержнів. Вміти визначати параметри згину складеної балки. Вміти будувати епюри напружень у перерізі тонкостінного стержня.</p>	<p>Виконання та захист лабораторної роботи №7</p> <p>Самостійна робота за темою 13</p>	<p>9</p> <p>4</p>

1	2	3	4	5
Тема 14. Особливості нелінійної роботи матеріалу. Поняття інтенсивності напружень та інтенсивності деформацій. Умови міцності. Умови пластичності. Теорія малих пружно-пластичних деформацій. Теорема щодо розвантаження. Варіанти залежностей між інтенсивністю напружень та інтенсивністю деформацій.	2/1/5	Знати особливості нелінійної роботи матеріалу. Знати основні поняття інтенсивності напружень та інтенсивності деформацій. Вміти записувати умови міцності. Вміти записувати умови пластичності. Знати особливості застосування теорії малих пружно-пластичних деформацій. Знати особливості застосування теореми щодо розвантаження. Вміти визначати варіанти залежностей між інтенсивністю напружень та інтенсивністю деформацій.	Виконання та захист лабораторної роботи №8 Самостійна робота за темою 14	9 4
Тема 15. Поняття теорії пластичної течії. Варіаційні принципи теорії пластичності. Метод пружних рішень. Кроковий метод.	2/0/5	Знати основні поняття теорії пластичної течії. Вміти застосовувати варіаційні принципи теорії пластичності. Знати основні особливості застосування методу пружних рішень та крокового методу.	Самостійна робота за темою 15	6
Проміжна атестація за модулем 2	–	Повторення та засвоєння теоретичного та практичного матеріалу за модулем 2	Опрацювання навчального матеріалу за модулем 2	30
Всього за модулем 2	14/7/35	–	–	100
Всього за навчальну роботу (5 семестр)				70
Екзамен (5 семестр)				30
Всього за 5 семестр	30/15/75	–	–	100

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно чинної редакції "*Положення про екзамени та заліки у НУБіП України*", затвердженого Вченою Радою НУБіП України від 26.04.2023 року, протокол №10.

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний)
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Лабораторні роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу та відповідати завданню на виконання
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основні:

1. Божидарнік В.В. Теорія пружності : підруч. для студ. вищ. навч. закл. : у 3 т. / В.В. Божидарнік, Г.Т. Сулим. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2012. – Т. 1: Загальні питання. – 2012. – 551 с.
2. Довбуш Т.А. Опір матеріалів : навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2022. – 220 с.
3. Ковров А.В. Опір матеріалів (спецкурс) і основи теорії пружності та пластичності : конспект лекцій. Ч. 2 / А. В. Ковров, О. В. Ковтуненко, І. Б. Корнеєва, С. В. Петраш. – Одеса : ОДАБА, 2020. – 86 с.
4. Крутій Ю.С. Механіка деформованого твердого тіла : навч. посіб. / Ю.С. Крутій, Д.В. Лазарева, М.Г. Сур'янінов. – Одеса: ОДАБА, 2017. – 260с.
5. Трач В.М. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності : підручник для студ вищих навч. закладів / В.М. Трач, А.М. Подворний. – К. : Каравела, 2016. – 434 с.
6. Хомик Н.І. Опір матеріалів (спецкурс) і основи теорії пружності і пластичності : курс лекцій для студентів напряму підготовки «Будівництво» / Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубанець. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2017. – 232с.
7. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І., Кочкар'єв Д.В., Яковенко І.А.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.

Допоміжні:

1. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона: ДСТУ Б В.2.7-217:2009 . – [Чинний з 2009-09-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2010. – 16 с. – (Національний стандарт України).
2. Баженов В.А. Будівельна механіка і теорія споруд. Нариси з історії / В.А.Баженов, Ю.В.Ворона, А.В.Перельмутер. – К.: Каравела, 2016. – 428 с.

3. Довбуш Т.А. Опір матеріалів. Конкурсні задачі з прикладами розв'язування : навч. посібник. Ч. 2 / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В.М., 2023. – 192 с.

4. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості : підручник для вузів / Микола Станіславович Можаровський. – К. : Вища школа, 2002 . – 308 с.

5. Писаренко Г.С. Опір матеріалів : підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; за ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К. : Вища школа, 2004. – 655 с.

6. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів : підручник / В. І. Шваб'юк. – К. : Знання, 2016. – 407 с.

7. Філатов Г.В. Опір матеріалів в задачах і прикладах : Розрахунок статично визначуваних стержневих систем. Кн. 1 : навч. посіб. / Г.В. Філатов. – К. : Видавництво Ліра-К, 2019. – 360 с.

8. Nevko R.B. Strength of materials : course book for practical works / R.B. Nevko, T.A. Dovbush, N.I. Khomyk, A.D. Dovbush, H.V. Tson. – Ternopil : FOP Palianytsia V. A., 2020. – 240 p.

9. Bertram Albrecht. Elasticity and Plasticity of Large Deformations. Cham: Springer International Publishing, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-72328-6>.

Інформаційні ресурси

→ <https://www.nbu.gov.ua/>

→ <http://www.dnabb.org/>

→ <https://dntb.gov.ua/>

→ <http://dglib.nubip.edu.ua/>

→ <https://www.youtube.com/@Mechanical20hz>

→ <https://www.youtube.com/@elasticitytheory8589>

→ <https://www.youtube.com/@TheEfficientEngineer>

→ https://www.youtube.com/@engineering_software

→ <https://www.youtube.com/@MSTutorialmechanical>

→ <https://www.youtube.com/@civilengineering94>