МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко - математичний факультет
Кафедра механіки

Затверджено
На засіданні кафедри механіки
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 27.08.2025 р.)

В.о. завідувача кафедри механіки
_____ Володимир СТАНКЕВИЧ

Силабус із навчальної дисципліни
“Теорія пластин”,
що викладається в межах першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності
113 – Прикладна математика

Львів 2025 р.

Назва дисципліни	Теорія пластин
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, вул. Університетська 1, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра механіки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 – Математика та статистика 113 – Прикладна математика
Викладачі дисципліни	Звізло Іван Степанович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри механіки
Контактна інформація викладачів	ivan.zvizlo@lnu.edu.ua https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/zvizlo-i-s
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Головний корпус Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, вул. Університетська, 1. Кафедра механіки, каб. 148.
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/teoriia-plastyn-osvitnia-prohrama-matematychne-modeliuvannia-ta-komp-iuterna-mekhanika
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Теорія пластин” дисципліною вільного вибору студента циклу професійної та практичної підготовки з спеціальності 113 – Прикладна математика, яка викладається в 8-му семестрах в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Теорія пластин” є важливим курсом при підготовці спеціалістів в області прикладної математики, оскільки пластини та інші тонкостінні просторові конструкції знаходять широке застосування в різних галузях техніки. Крім того, розвиток будівельних, авіаційних, суднобудівних та інших конструкцій в багатьох випадках пов’язаний з використанням тонкостінних елементів, що обумовлено їх порівняною легкістю та міцністю.
Мета та цілі дисципліни	Метою викладання дисципліни: забезпечити ґрунтовне засвоєння основних понять класичної теорії пластин, вміння ставити та розв’язувати практично важливі задачі з інженерної практики. Під час вивчення курсу студенти навчаться спрощувати та вникати в механічну сторону реального об’єкту, так як теорія пластин базується на глибокому аналізі роботи конструкції, ознайомляться з порівняно простими практичними методами розрахунку пластин.

Література для вивчення дисципліни	1. Thin Plates and Shells: Theory, Analysis, and Applications / E. Ventsel, T. Krauthammer. – New York: Marcel Dekker, 2001. – 651 p. 2. Theory of Plates and Shells / S. Timoshenko, S. Woinowsky-Krieger. – New York: McGraw-Hill Book Company, 1959. – 591 p. 3. Теорія пластин і оболонок: конспект лекцій / укладач І.В. Павленко. – Суми: Видавництво СумДУ, 2010. – 67 с. 4. Основи теорії пластин та оболонок з елементами магнітопружності: підручник / Я. М. Григоренко, Л. В. Мольченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2009. – 403 с. 5. Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: Theory and Analysis. Second Edition / J.N. Reddy. – Boca Raton: CRC Press, 2004. – 855 p. 6. Рутковська І.З. Експериментальні дослідження тришарових конструкцій / І.З. Рутковська, З.М. Рутковський, Л.І. Вознюк // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". Теорія і практика буд-ва. – 2008. – № 627. – С. 179-182. 7. Зеленський А.Г. Про метод розв'язування неоднорідних рівнянь із частинними похідними в математичній теорії плит / А.Г. Зеленський, А.К. Приварников // International Scientific Journal // №2, 2015. – С. 154-159. 8. Кудін О.В. Статична стійкість круглих тришарових пластин з нелінійно-пружним заповнювачем // Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. – 2015. – № 3. – С. 127-135. 9. Пластини та оболонки: основи розрахунків на міцність та жорсткість: навчальний посібник / Пискунов С.О., Онищенко Є.Є., Трубачев С.І. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 117 с.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 56 год., з них 28 години лекцій та 28 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 64 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде: **знати**: • основні гіпотези теорії пластин; • зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат; • зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації; • методи розрахунку для пластин; • теорію Нав'є; • теорію Левії; **вміти:** • записати граничні умови; • записати та розв'язати рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу; • класифікувати пластини; • визначати внутрішні зусилля у пластинах; • записати та розв'язати диференціальне рівняння згинання пластини; • розв'язати задачу про вільно оперту круглу пластину, яка навантажена в центрі; • розв'язати задачу про симетричне згинання кільцевої пластини при дії рівномірного навантаження.

Ключові слова	Пластина, компоненти тензора деформації, компоненти тензора напружень, напружено-деформований стан, зусилля і моменти.
Формат курсу	Очний.
Теми	1. Деякі відомості із теорії поверхонь. 2. Зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат. 3. Рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу. 4. Зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації. 5. Класифікація пластин. Основні гіпотези. 6. Напруження. Деформації. 7. Внутрішні зусилля. Диференціальне рівняння згинання пластини. Граничні умови. Методи розрахунку. 8. Згинання пластин по циліндричній поверхні. 9. Вплив початкової кривизни на згинання пластин по циліндричній поверхні. 10. Рішення Нав'є. 11. Рішення Левії. 12. Гнучкі пластини. 13. Диференційні залежності та рівняння у циліндричних координатах. 14. Вільно оперта кругла пластина навантажена в центрі. 15. Симетричне згинання кільцевої пластини при дії рівномірного навантаження.
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студенти потрібні базові знання з: - алгебри і геометрії; - математичного аналізу; - диференціальних рівнянь; - рівнянь математичної фізики; - теоретичної механіки; - опору матеріалів; - основ механіки суцільного середовища; - математичних моделей механіки суцільного середовища; - теорії пружності і пластичності.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор). Для проведення практичних/лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet. Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10,

	програмні додатки (MS Teams, ZOOM).
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • модульний контроль № 1: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. • модульний контроль № 2: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. Підсумкова максимальна кількість балів за семестр 100. **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні/лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. **Оцінювання модульного контролю** відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання. Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання нараховуються за наступним співвідношенням: 75-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно; 50-75% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності; 25-50% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні чи частково помилкові; 0-25% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи. **Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:** Нарахування балів відбувається за публікацію студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, семінарів, круглих столів, конкурсів, участь у заходах

	неформальної освіти, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах провідних ІТ компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.
Питання до модульного контролю	1. Означення поверхні. 2. Перша квадратична форма поверхні. 3. Друга квадратична форма поверхні. 4. Умови Кодаці-Гаусса. 5. Рівняння рівноваги в ортогональній криволінійній системі координат. 6. Закон Гука. 7. Основні гіпотези і співвідношення. 8. Внутрішні зусилля. Диференціальне рівняння згинання пластини. Граничні умови. Методи розрахунку. 9. Згинання пластин по циліндричній поверхні. 10. Вплив початкової кривизни на згинання пластин по циліндричній поверхні. 11. Рішення Нав'є. 12. Рішення Левії. 13. Гнучкі пластини. 14. Диференційні залежності та рівняння у циліндричних координатах. 15. Вільно оперта кругла пластина навантажена в центрі. 16. Симетричне згинання кільцевої пластини при дії рівномірного навантаження.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	**Тема 1.** Деякі відомості із теорії поверхонь.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
1	**Тема 1.** Деякі відомості із теорії поверхонь.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
2	**Тема 2.** Зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
2	**Тема 2.** Зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
3	**Тема 3.** Рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
3	**Тема 3.** Рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
4	**Тема 4.** Зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
4	**Тема 4.** Зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
5	**Тема 5.** Класифікація пластин. Основні гіпотези. Напруження. Деформації.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
5	**Тема 5.** Класифікація пластин. Основні гіпотези. Напруження. Деформації.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
6	**Тема 6.** Внутрішні зусилля. Диференціальне рівняння згинання пластини. Граничні умови. Методи розрахунку.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
6	**Тема 6.** Внутрішні зусилля. Диференціальне рівняння згинання пластини. Граничні умови. Методи	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень

	розрахунку.				
7	**Модульний контроль № 1**	лек.	–	–	–
7	**Тема 6.** Внутрішні зусилля. Диференціальне рівняння згинання пластини. Граничні умови. Методи розрахунку.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
8	**Тема 7.** Згинання пластин по циліндричній поверхні.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
8	**Тема 7.** Згинання пластин по циліндричній поверхні.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
9	**Тема 8.** Вплив початкової кривизни на згинання пластин по циліндричній поверхні.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
9	**Тема 8.** Вплив початкової кривизни на згинання пластин по циліндричній поверхні.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
10	**Тема 9.** Рішення Нав'є. Рішення Левії. Гнучкі пластини.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
10	**Тема 9.** Рішення Нав'є. Рішення Левії. Гнучкі пластини.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
11	**Тема 10.** Диференційні залежності та рівняння у циліндричних координатах.	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
11	**Тема 10.** Диференційні залежності та рівняння у циліндричних координатах.	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
12	**Тема 11.** Вільно оперта кругла пластина навантажена в центрі	лек.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
12	**Тема 11.** Вільно оперта кругла пластина навантажена в центрі	лаб.	[1-6] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
13	**Тема 12.** Симетричне згинання кільцевої пластини при дії рівномірного навантаження.	лек.	[1-9] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
13	**Тема 12.** Симетричне згинання кільцевої пластини при дії рівномірного навантаження.	лаб.	[1-9] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень
14	**Тема 12.** Симетричне згинання кільцевої пластини при дії рівномірного навантаження	лек.	[1-9] Сайт курсу	2 год.	1 тиждень

14	**Модульний контроль № 2**	лаб.	–	–	–
8	**Тема 13.** Перша квадратична форма поверхні. Друга квадратична форма поверхні.	самост. робота	[1-9] Сайт курсу	6 год.	2 тижні
10	**Тема 14.** Умови Кодаці-Гаусса. Рівняння рівноваги в ортогональній криволінійній системі координат.	самост. робота	[1-9] Сайт курсу	6 год.	2 тижні
			Разом:	64	–