

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 № 9 від 10.06 2021 р.)

В.о. завідувача кафедри Андрейків О.Є.

Силабус із навчальної дисципліни
“Теорія оболонок”,
що викладається в межах ОПП “Математичне моделювання та
комп’ютерна механіка”
для здобувачів зі спеціальності 113 – прикладна математика

Львів 2021 р.

| | |
|--|--|
| Назва дисципліни | Теорія оболонок |
| Адреса викладання дисципліни | Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1 |
| 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, доцент кафедри механіки |
| Контактна інформація викладачів | ivan.zvizlo@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 148. м. Львів, вул. Університетська, 1 |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лабораторних занять (за попередньою домовленістю). |
| Сторінка курсу | http://new.mmf.lnu.edu.ua/course |
| Інформація про дисципліну | Курс “Теорія оболонок” є одним з найважливіших курсів при підготовці спеціалістів в області механіки деформованого твердого тіла, так як оболонки і 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. |
| Коротка анотація дисципліни | Дисципліна “Теорія оболонок” є нормативною дисципліною для студентів спеціальності 113 Прикладна математика спеціалізації Математичне моделювання та комп’ютерна механіка, яка викладається в 7-му семестрах в обсязі 5-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| Мета та цілі дисципліни | Метою викладання дисципліни є забезпечити ґрунтовне засвоєння основних понять класичної теорії оболонок, вміння ставити та розв’язувати практично важливі задачі з інженерної практики. Під час вивчення курсу студенти навчаються спрощувати та вникати в механічну сторону реального об’єкту, так як теорія оболонок базується на глибокому аналізі роботи конструкції, ознайомляться з порівняно простими практичними методами розрахунку оболонок. |

| | |
|--|--|
| <p>Література для вивчення дисципліни</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Подстригач Я.С. Термоупругость тонких оболочек / Я.С. Подстригач, Р.Н. Швец - К. : - Наук. думка. 1978. 2. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек / А.Л. Гольденвейзер - М. : - Наука. 1976. 3. Огибалов П.М. Оболочки и пластины / П.М. Огибалов, М.А. Колкунов - М. : - Наука. 1969. 4. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек / Н.В. Колкунов – М. : - Высшая школа. 1987. 5. Гузь А.Н. Методы расчета оболочек. Т. I. Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями /А.Н. Гузь [и др.] – К. : - Наук. думка. 1980. 6. Пелех Б.Л. Теория оболочек с конечной сдвиговой жесткостью / Б.Л. Пелех - К. : – Наук. думка. 1973. 7. Власов В.З. Избранные труды / В.З. Власов - М. : - Изд-во АН СССР. – Т. 1. 1962. 8. Прусов И.А. Метод сопряжений в теории плит / И.А. Прусов – Минск : - Изд-во БГУ. 1975. 9. Рычков С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с. 10. Жилкин В.А. Азбука инженерных расчетов в программных продуктах MSC PatranNastran-Marc: учебное пособие. – СПб: Проспект науки, 2013. 574 с. |
| <p>Обсяг курсу</p> | <p>Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 години лекцій та 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 86 год.</p> |
| <p>Очікувані результати навчання</p> | <p>Курс «Теорія оболонок» покликаний ознайомити з порівняно простими практичними методами розрахунку оболонок, відчуті певні вади у побудові викладених теорій тонкостінних елементів конструкцій та діалектику наукового пізнання оточуючого світу.</p> |
| <p>Ключові слова</p> | <p>Компоненти тензора деформації, компоненти тензора напружень, напружено-деформований стан, зусилля і моменти.</p> |
| <p>Формат курсу</p> | <p>Очний, дистанційний Проведення лекційних, лабораторних занять і консультацій.</p> |
| <p>Теми</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Деякі відомості із теорії поверхонь. Зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат. 2. Рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу. Зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації. 3. Постановка задач про дослідження напружено-деформованого стану оболонок. Вихідні співвідношення і гіпотези. 4. Компоненти деформації серединної поверхні оболонки. 5. Зв'язок між коефіцієнтами квадратичних форм поверхні і компонентами деформації. Геометричний зміст компонент деформації серединної поверхні оболонки. 6. Рівняння сумісної деформації серединної поверхні по даних компонентах її деформації. 7. Зусилля і моменти. Рівняння рівноваги оболонки. 8. Зв'язок між компонентами зусиль, моментів і компонентами деформації серединної поверхні оболонки. Формули для визначення напружень у довільній точці оболонки. |

| | |
|---|--|
| | <p>9. Робота сил і моментів на переміщеннях точок серединної поверхні оболонки. Крайові умови.</p> <p>10. Теорема взаємності робіт.</p> <p>11. Деякі відомості з поверхонь обертання. Загальні рівняння оболонок обертання.</p> <p>12. Циліндрична оболонка.</p> <p>13. Сферична оболонка.</p> <p>14. Пологі оболонки.</p> <p>15. Основні співвідношення пластинок, як частковий випадок теорії пологих оболонок.</p> |
| Підсумковий контроль, форма | Залік у кінці семестру |
| Пререквізити | <p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретичної механіки (статики); - опору матеріалів; - механіки суцільного середовища; - диференціальної геометрії; - математичного аналізу; - рівнянь математичної фізики. |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | <p>Теоретичні презентації, лабораторні завдання</p> <p>Індивідуальні завдання</p> |
| Необхідне обладнання | - |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання занять студентів здійснюється за 100-бальною шкалою:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Поточна успішність (відвідування занять, виконання семінарських завдань, самостійно опрацьований матеріал) – 40 балів - Підсумкове письмове опитування - 60 балів <p>Для отримання заліку необхідно набрати більше 51 бала за семестр.</p> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>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.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізень 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| <p>Питання до заліку чи екзамену</p> | <ol style="list-style-type: none"> 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. Компоненти деформації серединної поверхні оболонки. 9. Геометричний зміст компонент деформації серединної поверхні оболонки. 10. Рівняння сумісності деформації серединної поверхні оболонки. 11. Рівняння рівноваги оболонки. 12. Закон Гука для оболонки. 13. Робота сил і моментів на переміщеннях точок серединної поверхні оболонки. 14. Постановка задач теорії оболонок в зусиллях і моментах. 15. Задача теорії оболонок в переміщеннях. 16. Теорема Бетті. 17. Основні рівняння теорії оболонок обертання. 18. Конічна оболонка. 19. Сферична оболонка. 20. Циліндрична оболонка. |
| <p>Опитування</p> | <p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p> |

| Тиж. | Тема, план, короткі тези | Форма діяльності (заняття) | Література. Ресурси в інтернеті | Завдання, год. | Термін виконання |
|------|--|----------------------------|---------------------------------|----------------|------------------|
| 1 | Тема 1. Деякі відомості із теорії поверхонь. Зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 1 | Тема 1. Деякі відомості із теорії поверхонь. Зв'язок між компонентами тензора деформації і вектора переміщення в ортогональній криволінійній системі координат. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 2 | Тема 2. Рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу. Зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 2 | Тема 2. Рівняння рівноваги у криволінійній ортогональній системі координат змішаного типу. Зв'язок між компонентами тензора напружень і деформації. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 3 | Тема 3. Постановка задач про дослідження напружено-деформованого стану оболонок. Вихідні співвідношення і гіпотези. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 3 | Тема 3. Постановка задач про дослідження напружено-деформованого стану оболонок. Вихідні співвідношення і гіпотези. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 4 | Тема 4. Компоненти деформації серединної поверхні оболонки. | лаб. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 4 | Тема 4. Компоненти деформації серединної поверхні оболонки. | лаб. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 5 | Тема 5. Зв'язок між коефіцієнтами квадратичних форм поверхні і компонентами деформації. Геометричний зміст компонент деформації серединної поверхні оболонки. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 5 | Тема 5. Зв'язок між коефіцієнтами квадратичних форм поверхні і компонентами деформації. Геометричний зміст | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |

| | | | | | |
|----|---|------|------------------------|---|-----------|
| | компонент деформації серединної поверхні оболонки. | | | | |
| 6 | Тема 6. Рівняння сумісної деформації серединної поверхні по даних компонентах її деформації. | лаб. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 6 | Тема 6. Рівняння сумісної деформації серединної поверхні по даних компонентах її деформації. | лаб. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 7 | Тема 7. Зусилля і моменти. Рівняння рівноваги оболонки. | лек. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 7 | Тема 7. Зусилля і моменти. Рівняння рівноваги оболонки. | лек. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 8 | Тема 8. Зв'язок між компонентами зусиль, моментів і компонентами деформації серединної поверхні оболонки. Формули для визначення напружень у довільній точці оболонки. | лаб. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 8 | Тема 8. Зв'язок між компонентами зусиль, моментів і компонентами деформації серединної поверхні оболонки. Формули для визначення напружень у довільній точці оболонки. | лаб. | [1, 4, 5, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 9 | Тема 9. Робота сил і моментів на переміщеннях точок серединної поверхні оболонки. Крайові умови. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 9 | Тема 9. Робота сил і моментів на переміщеннях точок серединної поверхні оболонки. Крайові умови. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 10 | Тема 10. Теорема взаємності робіт. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 10 | Тема 10. Теорема взаємності робіт. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 2 | 1 тиждень |
| 11 | Тема 11. Деякі відомості з поверхонь обертання. Загальні рівняння оболонок обертання. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 11 | Тема 11. Деякі відомості з поверхонь обертання. Загальні рівняння оболонок обертання. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 12 | Тема 12. Циліндрична оболонка. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 12 | Тема 12. Циліндрична оболонка. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 13 | Тема 13. Сферична оболонка. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 13 | Тема 13. Сферична оболонка. | лек. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 14 | Тема 14. Пологі оболонки. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |

| | | | | | |
|---------------|--|-----------------|------------------------|-----------|-----------|
| 14 | Тема 14. Пологі оболонки. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 15 | Тема 15. Основні співвідношення пластинок, як частковий випадок теорії пологих оболонок. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 15 | Тема 15. Основні співвідношення пластинок, як частковий випадок теорії пологих оболонок. | лаб. | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 3 | 1 тиждень |
| 16 | Контрольна робота | лек. | – | – | – |
| 16 | Проведення заліку | лаб. | – | – | – |
| 8 | Тема 16. Рівняння рівноваги в ортогональній криволінійній системі координат. Закон Гука. | самоств. робота | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 8 | 2 тижні |
| 10 | Тема 17. Робота сил і моментів на переміщеннях точок серединної поверхні оболонки. Задача теорії оболонок в переміщеннях. | самоств. робота | [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] | 8 | 2 тижні |
| Разом: | | | | 86 | – |